GRAĐEVINAR

4

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE

GODINA XVI TRAVANJ 1964

»INVESTPROJEKT«



GODIŠNJICA

1954

1964

IZGRADNJA TVORNICE »BRATSTVO« ZAGREB

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVI **Br. 4**

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Casopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

— Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-181-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB
BERISLAVIČEVA 6
Telefon 38-114
Tekući račun 400-181-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

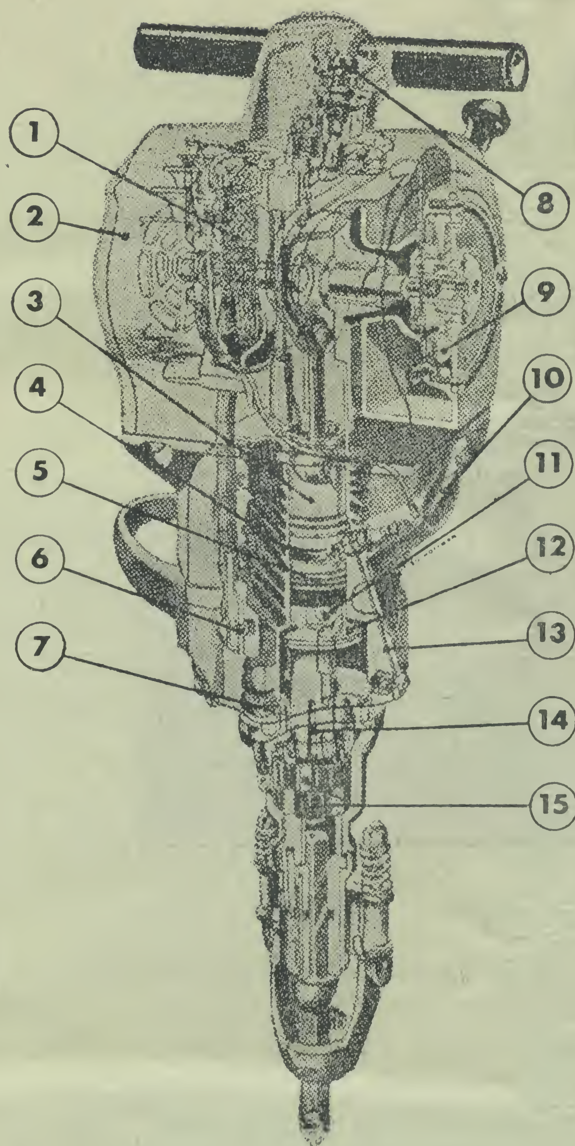
Prvi pretplatni primjerak . .	Din	12.000
svaki daljnji primjerak . . .	„	2.500
za ostale pretplatnike . . .	„	900
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	400
za inostranstvo	„	4.000
pojedini broj za poduzeća i ustanove	„	250
za ostale	„	80

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu **službu** s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam **strojeva** i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja **namještenja**

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR

OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU



KONSTRUKCIONI DETALJI:

1. Lako pristupačni filter zraka
2. Oklop od otpornog lakog metala
3. Klip motora
4. Komora za sagorijevanje
5. Udarni klip
6. Ventil za usisavanje zraka za čišćenje
7. Ventil nadpritiska
8. Reguliranje plina
9. Magnapull uređaj za startanje
10. Lim za kratki spoj
11. Ventil za pritisak zraka za čišćenje
12. Kompresiona komora zraka za čišćenje
13. Kanal za plin
14. Urez vodica za rotaciju
15. Rotacioni mehanizam

TEHNIČKI PODACI:

Težina 30 kg, zrakom hlađeni, dvotaktni motor sa jednim cilindrom, rasplinjač bez plivajućeg regulatora sagorijevanja, broj okretaja (cca) 3000 o/min, volumen cilindra 185 m³, rezervoar goriva 1,9 l, miješanje goriva, ulje/benzin 1:12 (8%), potrošak goriva pri bušenju 0,1 l/m bušenja, potrošak goriva pri lomljenju 1,8 l/sat, podmazivanje se vrši automatski time što je benzin miješan sa uljem, aparat za startanje — vrpca sa automatom za povratno namatanje, čaura za bušenje (borhilsa) 3/4″ ili 7/8″ × 108 mm, učvršćivač sjekača 1″ × 108 mm. Dubina rupe bušenja u srednje tvrdom granitu, svrdlom 27 mm 28 cm/min, svrdlom 29 mm 24 cm/min, svrdlom 34 mm 18 cm/min.

GRAĐEVINAR

GOD. XVI TRAVANJ 1964. Br. 4

HIDROELEKTRANA SENJ

Ing. **Zdenko Schwartz**, Elektroprojekt, Zagreb

Uvod

Zamisao korišćenja energetskog potencijala voda Like i Gacke nije nova. Velika izdašnost tih ponornica koje teku i kasnije poniru na približno jugozapadnom rubu ličke visoravni kao i znatan pad na relativno kratkom odstojanju do mora, već je pred više od pola stoljeća skrenula na sebe pažnju inženjera i privrednika.

Prve smišljene hidrološke, geološke i morfološke studije u rješavnju dijela tog problema sproveo je 1907—1909. godine Prof. dr ing. K. Terzaghi. Koncepcija ovog rješenja ograničila se na korišćenje voda Gacke. Hidroelektrana instalirana svega na protoku od 7,0 m³/sec trebala je biti izgrađena na moru blizu Jurjeva sa zahvatom kod Gornješvičkog jezera te kanalskim i tunelskim gravitacionim dovodima dovedena do vodne komore.

Kasnije je društvo »Adriatique Éléctricité«, koje je preuzelo korištenje ovog hidroenergetskog potencijala, mijenjalo donekle koncepciju rješenja u nekoliko navrata, tako je 1912. god. predložilo na odobrenje povećanje instalirane protoke na 12 m³/sec. Isto društvo je ponovno 1914. god. predalo molbu tadanjoj kr. hrvatskoj zemaljskoj vladi u Zagrebu za odobrenje novih preinaka u projektu kao i izgradnji.

Interesantno je ovdje napomenuti, da je u međuvremenu Ing. T. Schenkel upozorio na zajedničko korištenje vodnih snaga Like i Gacke u svojoj knjizi »Karstgebiete und ihre Wasserkräfte«, publiciranoj 1912. god.

Na temelju vrlo solidne tehničke i ekonomske analize ranijih projektnih rješenja, koju je sastavio Ing. A. Pisačić, tadašnja je zemaljska vlada stavila van snage dozvolbenu ispravu spomenute kompanije, smatrajući »po zemlju štetnim« svako parcijalno iskorišćavanje vodnih snaga Like i Gacke. Istovremeno je vlada zadužila svoj vodograđevni odjel u Zagrebu za rad na daljnjim studijama odnosno provođenju istražnih radova. Sekcija ovog odjela izradila je 1922. god. prvi projekt zajedničkog korištenja voda Like i Gacke, a na temelju studija i istražnih radova koji su provođeni u razdoblju 1915—1922. god. Instalirana protoka hidroelektrane bila je odabrana sa 26,0 m³/sec. Koncepcija ovog rješenja predviđala je izgradnju akumulacije na rijeci Lici kod Mlake, prebacivanje voda Like tunelom do Donješvickog jezera, gdje bi se te vode spojile s onima iz Gacke, koje bi se ovamo dovodile dovodom sa zahvatom kod Gornje Švice. Iz Donješvičkog jezera vode Like i Gacke odvodile bi se što kanalom što gravitacionim tunelom do vodne komore kod Zaglavka odnosno dalje tlačnim cjevovodom do mora.

Međutim, od 1922. pa sve do 1937. god. prestaje gotovo svaka aktivnost na tom području kada ra-

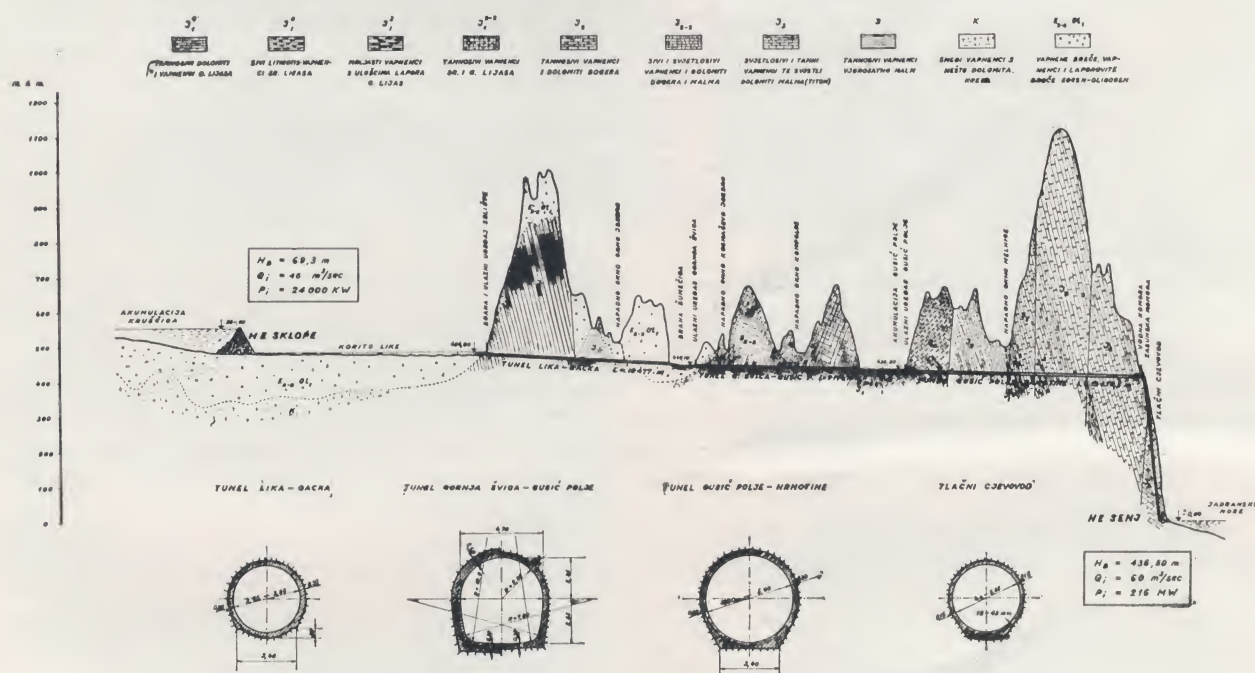


Sl. 1: Situacija postrojenja HE Senj

dove opet preuzima tadašnje Banovinsko električno poduzeće u Zagrebu. Koncepcija novog rješenja koje je dalo ovo poduzeće vrlo je slična onome vodograđevnog odjela zemaljske vlade, samo što je instalirana protoka povećana na 40,0 m³/sec. Opet, kao i ranije, dolazi do ponovnog zastoja na tim radovima, i to ponajviše zbog pomanjkanja financijskih sredstava. Tokom drugog svjetskog rata bilo je pokušaja obnove istražnih radova na terenima Like i Gacke, ali uslijed ratnih operacija na ovom području nije se mnogo učinilo.

Nakon 1945. god. pristupilo se je djelomičnoj obnovi hidrološke i meteorološke mreže, ali tek 1953. dolazi do većeg zanimanja za ovaj hidroenergetski čvor, tako da se 1954. god. počinje s organiziranim sprovođenjem studija i istražnih radova na terenu. Temeljem odluke Saveznog izvršnog vijeća, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske god. 1959. osniva investitorsko poduzeće cionim jezerom Krušćica na rijeci Lici, provođenje voda Like u Gacku te njihov odvod do kompenzacionog jezera u Gušić Polju, odakle bi se vode dalje vodile do vodne komore na Hrmotinama i zatim tlačnim cjevovodom do podzemne strojarnice u uvali Male Grabove blizu Jurjeva. Instalirana protoka hidroelektrane predviđena je sa 60,0 m³/sec, koja na maksimalnom neto padu od cca 410 m do mora daje snagu od 216.000 kW. Produkcija hidroelektrane, kao srednja vrijednost perioda od 25 godina, iznosit će 1.105,250.000 kWh, od toga je udio zimske energije 675,750.000 kWh, a ljetne 429,500.000 kWh. Upotrebno vrijeme hidroelektrane predviđa se oko 5110 sati, specifični trošak instalirane snage 121.500 din/kW, a cijena fizičke proizvodnje oko 1,93 din/kWh.

U daljnjoj fazi izgradnje predviđena je HE Sklope kao pribransko postrojenje istoimene pregrade. Ova hidroelektrana će biti instalirana na



Sl. 2: Uzdužni profil postrojenja HE Senj od Kruš·ćice do mora

za izgradnju HE Senj. Pripremni radovi započeli su na terenu u drugoj polovini 1959, a glavni radovi koncem 1961. god. Prema vremenskom operativnom planu građenja i montaže, puštanje u pogon prvog agregata HE Senj predviđa se koncem oktobra 1965. god. s time, da bi elektrana do polovine 1966. bila u punom pogonu sa sve tri mašine. Izgradnju HE Senj financira Jugoslavenska investiciona banka, Beograd, uz učešće od 40% International Bank for Reconstruction and Development, Washington.

Najnovije rješenje hidroenergetskog čvora Like i Gacke također predviđa zajedničko korišćenje obaju vodotoka na jednoj stepenici do mora, i to izgradnjom dolinske pregrade Sklope s akumula-

protoku od 46,0 m³/sec, što uz srednji pad od 60,0 m daje snagu od 24 MW i prosječnu godišnju produkciju od 87,500.000 kWh, od čega 55,300.000 kWh zimi i 32,200.000 kWh ljeti.

Za ostvarenja mogućnosti dobivanja natapne vode, predviđene su kaptaže iz dovodnih organa HE Senj, gdje god je to bilo moguće. Kako će nakon izgradnje HE Senj ostati stalno ili povremeno bez vode stanovništvo uz Liku nizvodno Sklopa, uz Gacku nizvodno Šumećice, kao i ono duž Sjevernog kraka Gacke od Vivoza do Gušić polja odnosno Kompolja, to je predviđena izgradnja grupnih vodovoda u ukupnoj dužini od oko 79 km. Povrh toga, koristeći priliku dovoda zdrave vode do blizine mora, predviđena je kaptaža ispred zasun-

ske komore HE Senj na Hrmotinama i priključak na planirani primorski vodovod od Žrnovnice do Jablanca, odnosno podmorskim cjevovodom do Raba.

U budućnosti se također planira studije i istražni radovi za ostvarenje dodatnih akumulacija za potrebe HE Senj, kao na primjer zimske retencije u Lipovom Polju sa oko 86 h/m³, stalne akumulacije u dolini potoka Bakovac sadržine oko 56 h/m³, kao i akumulacija na Otešici, Pazarišnici i Crnom jezeru.

Ove kao i eventualne druge mogućnosti za nove akumulacije zahtijevat će svakako provođenje opsežnih istražnih radova, no međutim ovi radovi će biti vrlo korisni jer sadašnja akumulacija Sklope nije dovoljna za godišnje izravnanje, te može primiti oko 16% prosječnog godišnjeg dotoka Like na tom profilu, tako da se u prosjeku gubi godišnje približno 240 hm³ preko preljeva.

Svrha je ovog članka da se naša tehnička javnost u glavnim crtama upozna s karakteristikama ovog interesantnog i velikog objekta, a sigurno je, da će biti prilike i mogućnosti detaljnijeg prikaza tehničkih rješenja i načina izvođenja i organizacije radova, u narednim brojevima našeg časopisa.

Geološki sastav područja HE Senj

Temeljni geološki sastav užeg odnosno šireg područja kojim prolaze dovodni organi HE Senj izgrađen je od sedimenata trijasa, jure, krede i tercijara s jednim prodorom eruptivnog kamenja u Senjskoj Drazi podno prijevoja Vratnik.

Sedimentne stijene trijasa rasprostiru se južno i zapadno od Pazarišta, a sastoje se uglavnome od tamnih škriljaca, pješčanjaka, gomoljičastih i diplopornih vapnenaca. Zajedno s njima, a u bazi s brečama, leže karničke klastične naslage u čiji sastav ulaze crveni lapori i pješćenjaci. Također, usko povezano uz njih, nalazimo dolomite gornjeg trijasa koji prelaze u one donjeg lijasa. U Senjskoj Drazi mogu se zapaziti ladinički vapnenci, klastične karničke naslage i dolomiti gornjeg trijasa.

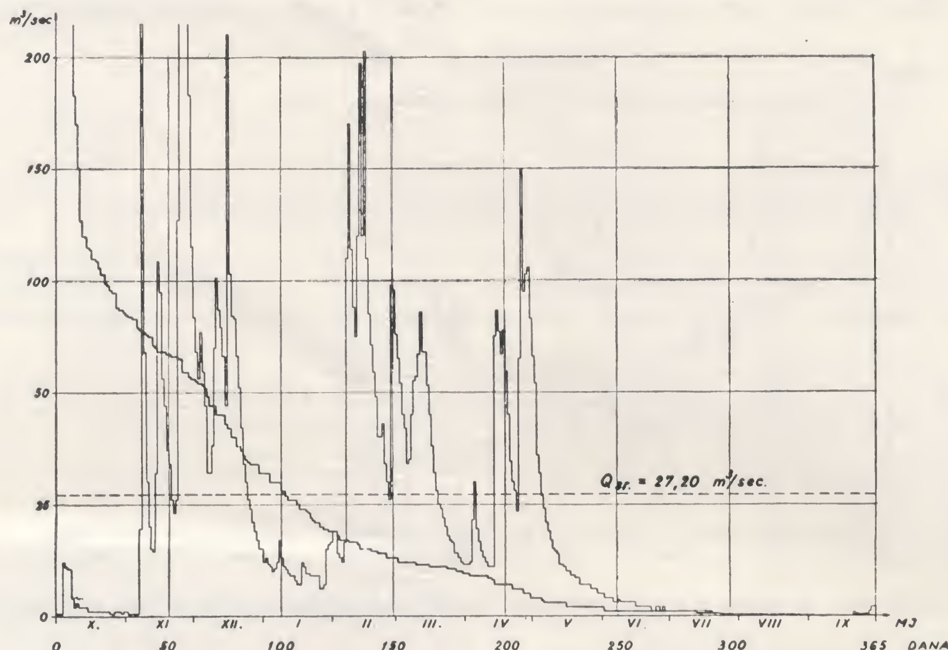
Najveći dio razmatranog područja zapremaju sedimenti jure, i to dolomiti donjeg lijasa, crni Lithiotis vapnenci, zatim mrljasti i laporoviti vapnenci, vapnenci i dolomiti dogera te svjetlosivi i sivi dolomiti malma.

Kreda je zastupljena smeđim vapnencima i dolomitima koji izgrađuju periferne zone terena južno od Jurjeva i istočno od Krušćice i Kosinja.

Tercijarne naslage, i to vremenskog razdoblja gornji eocen — donji oligocen, zastupane su sedimentima nazvanim Promina-naslage. Prostiru se kao pokrivač preko jurskih i krednih naslaga u području na sjever od Pazarišta, pa sve do Otočca, a nalaze se i uz obalu južno od Jurjeva. Sastavljene su od vapnenih i laporovitih breča te smeđih i smeđesivih vapnenaca.

Ako promatramo strukturu područja Like i Gacke, možemo dosta brzo zapaziti, da je ono bilo poprište vrlo jakih tektonskih pokreta. Ta pokretanja obavila su promjene u ranijem obliku vapnenjačko-dolomitnog masiva. Tektonska djelatnost ne samo da je utjecala na oblikovanje današnjeg krškog reljefa nego je predestinirala puteve kako površinske hidrografske mreže tako i podzemne puteve njihovog oticanja prema moru.

Kao osnovnu posljedicu navedenih poremećaja nalazimo danas u obrazloženju za trasu podzemnog puta oticanja Like i Gacke prema moru. Tektonski su pokreti uzrokovali povijanje hrpta Velebita pri-

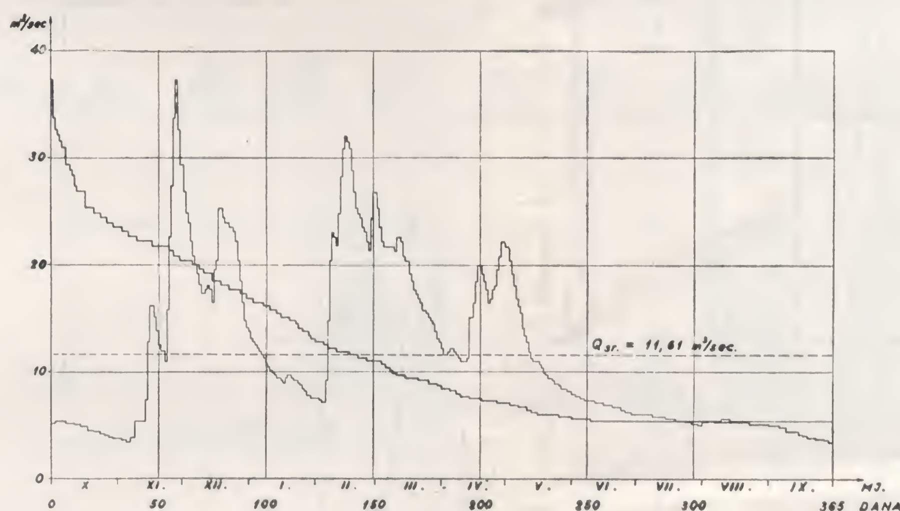


Sl. 3: Oscilacije i krivulja trajanja protoka Like kod Krušćice za hidrološku godinu 1949/50.

bližno na potezu Senj—Jablanac, a koji je hrbat na više mjesta presječen uzdužnim i poprečnim rasjedima. Osim niza uzdužnih i poprečnih rasjeda manjeg intenziteta, postoje na promatranom području dva jaka rasjeda. Prvi je približno dijagonalan i proteže se sjeverno od doline Bakovca u Lipovom Polju prema Apatišanskoj Dulibi, Krasnu, Žrnovnici, a po morfološkim osebinama može ga se pratiti do Jurjeva. Ovaj je rasjed u neposrednoj vezi s podzemnim oticanjem Like i Gacke te intenzivnim vruljama na obalnom potezu od Jurjeva do Lukova odnosno Jablanca, jer su nepropusne trijaske naslage duboko povinute ispod visinskog položaja donjeg toka obiju rijeka. Ove se naslage opet pojavljuju na površini kod Vratnika u pozadini Senja. Južno od ovog rasjeda gdje trijaske a i karbonske naslage sežu opet visoko iznad dolina kojim teku Lika i Gacka, one predstavljaju pouzdanu barijeru oticanja voda prema moru. Drugi je rasjed onaj koji se nalazi uz sjeveroistočno područje Senjskog Bila, od Vratnika preko Melnica, Vrzića, Crnog Kala prema Kuterevu. Tim rasjedom poniru vode Gacke kod Švice, Kompolja i Gušić Polja, teku prema jugu u pravcu navedenog rasjeda Krasanska Duliba—Krasno—Kućište, gdje se sastaju s vodama Like. Izravno oticanje voda Gacke prema moru spriječava nepropusna trijaska barijera, koja se od Krasanske Dulibe izdiže prema Vratniku.

Pretpostavku da rijeka Lika nakon poniranja u rubnim ponorima Lipovog Polja teče podzemnim putevima uz navedeni rasjed prema sjeveroistoku i da se približno kod Krasna sastaje s vodama Gacke te zatim zajednički otiču prema moru, dao je već 1929. god. Prof. F. Koch. Uz naprijed iznesenu geološku situaciju, ova pretpostavka je vrlo realna, a bojenje voda Like je to i potvrdilo. Ispitivanje podzemnog toka Gacke bit će provedeno još ove godine.

Od posebnog je interesa odnos geološke građe buduće akumulacije Krušćica na rijeci Lici. Za vode koje će se akumulirati u ovome jezeru ne postoji mogućnost podzemnog oticanja prema moru zbog pouzdane barijere koju u zaleđu čine trijaske pa čak i paleozojske naslage na potezu Štirovača—Pazarište—Brušani. Gotovo svi eventualni gubici iz akumulacije Krušćica bili bi najvjerojatnije samo relativni, jer bi se oni pojavili na izvorima Like nizvodno od pregrade Sklope i opet koristili na glavnoj energetskoj stepenici He Senj. Na površinskom toku rijeke Like od Krušćice do ponora, na kraju Lipovog Polja, nisu primijećeni gubici vode, i to zahvaljujući petrografskim osebinama i strukturnom položaju Promina-naslaga. Tek na kraju Lipovog Polja, nizvodno od brane Selište, Lika izlazi iz Promina-naslaga, približava se rasjedu i ponire u jurskim vapnencima.



Sl. 4: Oscilacije i krivulja trajanja protoka Gacke kod Luka za hidrološku godinu 1949/50.

Kompenzacioni bazen u Gušić Polju leži u kvartarnim naslagama masne i mršave gline te sedrasto-prašinastim materijalima koji su nataloženi u debljini od 2—15 m preko krške jurske podloge. U analognim kvartarnim naslagama ležat će većinom i dovodni kanali HE Senj. Dovodni tuneli leže pretežno u jurskim naslagama, ponajviše vapnencima, a znatno manje u vapnencima s laporovitim proslojcima i dolomitima. Relativno mali dio svih tunela nalazi se u prominskim brečama.

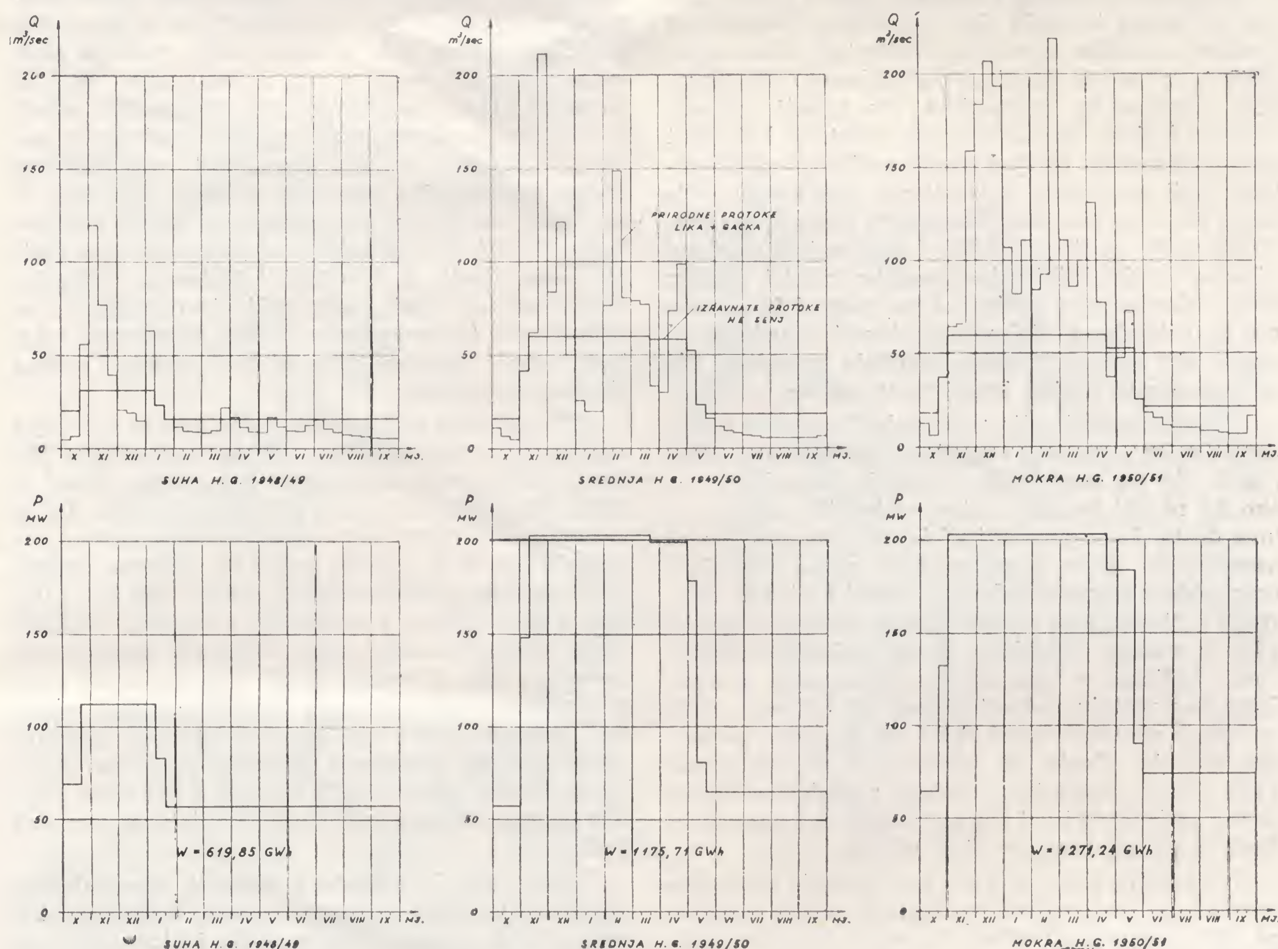
Hidrološki i hidrografski odnosi

Vrlo je teško tačno utvrditi površine slivnih područja Like i Gacke, jer se hidrološka razvodnica s obzirom na krške karakteristike terena ne može poistovjetiti s topografskom. Kod Like je to bilo moguće utvrditi u mnogo tačnijoj mjeri, jer nam je velebitska strana potpuno sigurna s obzirom na prije navedene geološke karakteristike, dok je sjeverna strana donekle problematična, tako da je slivno područje Like utvrđeno na temelju vodnog bilansa s približno 1200 km² (do Kosinja).

Gacka na svom oticajnom području nema izrazite topografske razvodnice, tako da je slivno područje do vodomjerne stanice Luke određeno sa oko 540 km² kao ostatak razgraničenja slivova Korane, Like, Krbavskog Polja, Koreničke rijeke i Stajnice. Prema tome bi ukupno mjerodavno slivno područje Like i Gacke iznosilo oko 1740 km².

Izvorište Like nalazi se podno Velebitskog gorja blizu Medka. Vrelo je normalnog jakog kapaciteta, ali mu ljeti izdašnost pada na nekoliko litara u sekundi. Nizvodno od Bilaja, Lika prima s desne strane vode Jadove, koja u ljetno doba također presušuju. Stalnu živu vodu donose nizvodno od Jadove s lijeve strane Novčica (Kod Gospića) i Otešica, te kasnije Pazarišnica. Pred ulazom u područje Krušćice, Lika prima vodu iz vrela Šoljćeva pećina, kao i iz Crnog vrela koji stalno imaju živu vodu. Nizvodno od tih mjesta slijevaju se u Liku još neke povremene vode, od kojih su najznatnije one potoka Bakovac. Lika ponire u nizu rubnih ponora na zapadnom kraju Lipovog Polja.

Izvorište Gacke sastoji se iz Malog i Velikog Tonkovićevog vrela te Majerovog vrela. Ova vrela su vrlo snažna i svojom izdašnošću govore da Gacka prima svoju vodu iz dalekog zaleđa. Istog karaktera je i vrelo Pećina, nedaleko ribogojilišta u Čovićima. Ostala vrela nizvodno kolnog mosta kod Čovića su povremena te aktivna samo za vrijeme velikih voda Gacke. Gacka se račva danas kod Vivoza u dva kraka. Glavni krak, uz nekoliko manjih koritanca u Otočačkom polju, odlazi prema Gornješvickom jezeru odnosno teče dalje prema Donješvičkom jezeru, gdje ponire u nizu ponora od kojih je Perinka jedan od najvećih. Drugi krak, ili kako je prozvan Sjeverni krak Gacke, teče ispod kamenog mosta u Otočcu prema Drenovom Klancu odnosno Gušić Polju, gdje se ponovno račva u dva kraka. Jedan krak protiče Gušić Poljem i ponire u jugozapadnom kraju ovog polja, dok drugi krak odlazi prema Kompolju i ponire u nizu snažnih ponora Crnog Kala.



Sl. 5: Dijagrami prirodnih protoka Like + Gacke, radne vode i snage HE Senj za suhu, srednju i mokru hidrološku godinu.

Mreža kišomjernih stanica na slivnom području Like razvila se intenzivnije tek nakon drugog svjetskog rata. Stanica s najduljim periodom opažanja nalazi se u Gospiću, i njen 50-godišnji prosjek iznosi 1706 mm. Najobilnije područje oborina u slivu Like i Gacke jest Velebitsko gorje, gdje srednje godišnje oborine u Baškim Oštarijama prelaze oko

4000 mm, što je također značajno za vodni bilans Like. U ravničarsko-humovitom slivnom području Like visine oborina su niže, ali i tu u pojedinim godinama dosižu 2000 mm.

Najmanje oborina imade dolina Gacke sa srednjim periodskim prosjekom ispod 1440 mm, dok humoviti dio koji napaja glavna vrela imade prosjek od 1550 mm.

U vremenskom periodu od 1935/36. do 1952/53. čitav sliv Like i Gacke imao je srednju visinu oborine 1440 mm.

Potpuna oprečnost karaktera Like i Gacke dolazi do punog izražaja ako usporedimo vodostaje i protoke na obim rijekama. Vodostaji Like mijenjaju se u veoma visokim amplitudama i vrlo kratkim vremenskim razmacima, što izrazito upozorava na bujični karakter ovog vodotoka koji ljeti skoro presušuje. Uslijed ovako velikih vodnih valova, koji nastupaju u relativno vrlo kratko vrijeme kao i ograničenog kapaciteta glavnih ponora, dolazi svake godine do jakih i dugotrajnih poplava Lipovog polja. Minimalne protoke u Lici padaju ljeti u ekstremnim godinama na svega 0,03 m^3/sec, dok maksimalne protoke mogu doseći vrijednost od preko 900 m^3/sec. Srednja godišnja protoka Like za promatrani period iznosi 31,10 m^3/sec.

U pogledu oscilacija vodostaja i protoka, pokazuju Gacka potpuno suprotan karakter od Like, i kod nje su amplitude vodostaja ograničene na oko 2,0 m, ali je zato trajanje visokih vodnih valova dosta dugo. Ovo slijedi iz činjenice da Gacka naročito na svom gornjem toku nema znatnijeg orografskog slivnog područja. Rijeci Lici, naprotiv, skoro s čitave lijeve strane njenog slivnog područja, gdje se nalaze Velebitsko gorje, pridolaze snažne vodne količine u njeno korito. Minimalne protoke Gacke ne padaju redovito ispod 4,0 m^3/sec, a 100-godišnja protoka iznosi 92,5 ^{3}/sec. Srednja periodska protoka Gacke za promatrani period iznosi 13,10 m^3/sec. Srednja periodska protoka za čitavo slivno područje Like i Gacke (Kosinj + Luke) određena je prema tome sa 44,20 m^3/sec.

Iz površine sliva od 1740 km^2, srednje periodske protoke od 44,2 m^3/sec, te srednje visine oborina od 1440 mm slijedi oticajni koeficijent 0,555. Ako bismo Liku i Gacku uspoređivali s ostalim većim vodotocima u kršu, tada bi opazili, da su oticajni koeficijenti u srednjoj vrijednosti oko 5—10% manji. Ovo može vjerojatno ići na račun dugotrajnog snijažnog pokrivača koji omogućuje znatno isparavanje, što kod ostalih naših krških vodotoka nije slučaj, osim u Gorskom Kotaru gdje se javlja slično stanje.

Koncepcija rješenja HE Senj

Ako promatramo topografsku kartu s ucrtanim tokovima Like i Gacke te njihovu udaljenost do mora, možemo uočiti niz faktora koji su bili između ostaloga mjerodavni za odabiranje današnje koncepcije rješenja HE Senj.

Udaljenost do mora rijeke Like kod Kruščice iznosi oko 23 km, na kraju Lipovog polja ta se udaljenost povećava na 27 km, a udaljenost Gacke u Gušić polju do mora oko 14 km. Već i ova činjenica skoro jednoznačno ukazuje na potrebu zajedničkog korišćenja vodnih snaga na jednoj stepenici do mora. Dalje se postavilo pitanje pronalaženja najpogodnijih lokacija za akumulacije i s tim u vezi trase dovodnih organa.

Na Gackoj, a ponajviše iz topografskih i geoloških razloga, nema povoljnih uslova za stvaranje jedne veće akumulacije. Donješvičko jezero, koje bi po svojoj zapreminskoj moći došlo u obzir, odbačeno je dijelom što je po nadmorskoj visini relativno nisko smješteno, no ponajviše zbog vrlo loših geoloških uslova koji iz ekonomskih razloga onemogućuju ostvarenje jedne akumulacije. Bujični karakter Like, relativno povoljni topografski uslovi te postojanje nepropusne trijaske barijere u zaleđu, ukazivali su na mogućnost pronalaženja stalne akumulacije HE Senj na tom području. U tu svrhu razmatrane su mogućnosti stalne akumulacije Kosinj, akumulacije u Lipovom polju te stalnih akumulacija u Kruščici i Bakovcu. Lokacija akumulacije u Kosinjskom polju je napuštena, jer se pokazalo da su geološke prilike nesigurne, osim toga trebalo bi potopiti veliki broj zgrada i veoma plodnog zemljišta.

Akumulacija na Lipovom polju bila bi po svojoj zapremini nedovoljna kao stalna za potrebe HE Senj, međutim u budućnosti eventualno dolazi u obzir kao sezonska, i to u zimskom periodu. To će svakako zahtijevati vrlo opsežne melioracione radove, kako bi se Lipovo polje na vrijeme osušilo prije početka poljoprivrednih radova, što ju je danas u ekonomskoj komparaciji s ostalim varijantama učinilo nerentabilnom. Područje akumulacije Bakovac, koja bi mogla služiti kao dopunska onoj u Kruščici, nije do sada u dovoljnoj mjeri moglo biti istraženo, osim toga tamo se isto tako javljaju problemi oko potapanja plodnih površina i domova. Stalna akumulacija Kruščica pokazala se u tim komparacijama najpodesnijom, te je u tu svrhu i odabrana.

Nakon što je određena lokacija akumulacije, studirana je trasa dovodnih organa, uzimajući kod toga u obzir topografske, geološke i hidrološke karakteristike uz komparaciju sa ekonomsko-tehničke strane svake od pojedinih varijanata. Budući da Kruščica predstavlja daljinsku akumulaciju za HE Senj, to je nužno bilo potrebno da se pronađe još i lokacija za kompenzacioni bazen neposredno pred tlačnim dovodom glavne stepenice prema moru. Iz tih razloga, a uzimajući kod toga u obzir nadmorsku visinu platoa Like, studirane su kao prva mogućnost prepumpavanje voda Gacke u Liku. Kao jedna od varijanata, razmatrana je lokacija pumpne stanice kod Čovića na Gackoj, tlačenje tih voda tunelom dužine 8.500 m u korito Like kod Selišta, gdje je bio predviđen kompenzacioni bazen s usporom na koti 485,0 m n. m. Odavde bi se zajedničke vode Like i Gacke odvodile tunelom dužine 26.500 m prema vodnoj komori odnosno strojarnici kod Lukova. Ova je varijanta između ostaloga otpala



Sl. 6: Situacija pregrade Sklope

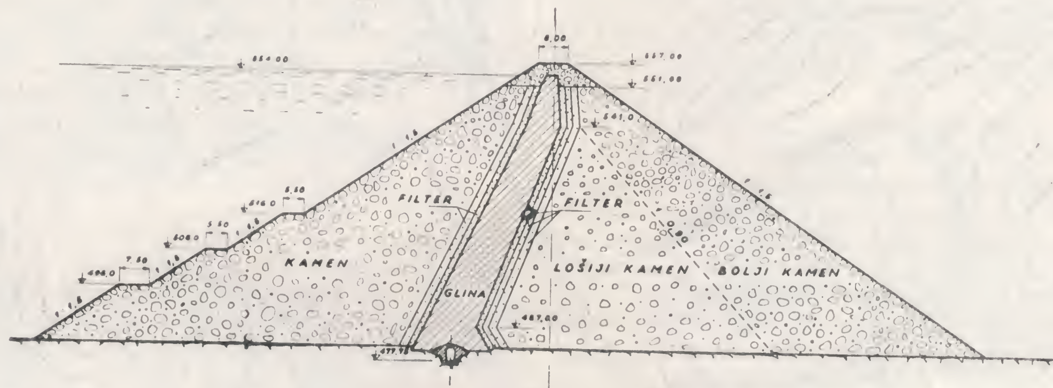
zbog vrlo skupih radova dugačkog tunelskog dovoda, praktički bez ikakve mogućnosti napadnog okna barem približno u sredini trase.

Studirana je također i varijanta gravitacionog dovoda dužine 9.000 m iz Lipovog polja s dovođenjem voda Like u kompenzacioni bazen Lipovlje, s kotom uspora na 471,50 m n. m. U taj bazen prebacivale bi se pumpanjem vode Gacke uz zahvat na Gornješvičkom jezeru, i to tunelom dužine 2.800 m. Iz Lipovlja bi se već zajedničke vode Like i Gacke odvodile tlačnim tunelom dužine 19.900 m do iste lokacije strojarnice kod Lukova na moru, kao i u ranije spomenutoj varijanti. Osim dosta dugačkog tunelskog dovoda bez povoljne lokacije napadnog okna, vrlo je dubiozna i skupa sanacija krške uvale Lipovlje, zbog čega je i ova varijanta odbačena nakon komparacije s ostalima.

Nadalje su studirane varijante s prebacivanjem Like u Gacku, i to s izlazom tunela kod Čovića i kod Šumečice, te s mogućnostima ostvarenja kompenzacionog bazena u Gornješvičkom jezeru, Kompolju i Gusić polju. Varijanta dovoda Like do Čovića je napuštena, jer bi iziskivala vrlo skupe i opsežne regulacione radove plitkog korita Gacke na potezu od Čovića do Vivoza, kao i rizik zbog ponorske zone koja se proteže približno uzvodno od Prozora do približno Luka. Iz tih je razloga usvojena trasa tunelskog dovoda od Selišta do Šumečice, kao definitivna. Kao mogućnost lokacije kompenzacionog bazena razmatrano je Gornje Švičko jezero uz maksimalnu uspornu kotu 451,0 m n. m., te s tlačnim dovodom dužine 20.500 m do vodne komore Hrmotine. Međutim, ponorski i estavelski karakter oštećenja, naročito uz južni bok ovog jezera, kao i dugački popratni nasipi prema Otočcu — činili su ovu varijantu u poređenju s drugima nepovoljnom.

Kompenzacioni bazen u Kompolju s gravitacionim tunelskim dovodom iz Gornje Švice te odvodom do mora također je napušten, jer ovu varijantu poskupljuje — u usporedbi s varijantom bazena na Gušić polju — potapanje vrlo plodnog zemljišta te gubitak na padu do mora od 13 m, jer je dno ovog polja na koti svega 421,0 m n. m. Prema tome usvojena je konačno varijanta s lokacijom bazena na Gusić polju kao najpovoljnija. Dalje su još razmatrane varijante dovoda vode Like i Gacke iz Švičkog polja u Gušić polje, i to sjevernim krakom Gacke; tunelom do Kompolja te dalje kanalom uz sjeveroistočni rub toga polja; tunelom i sifonom uz jugozapadni rub Kompolja; i kao zadnje, tunelom uz sjeveroistočni rub Kompolja do Marasa te dalje kanalom do Gušić polja. Na temelju podataka do tada izvedenih istražnih radova te ekonomske komparacije varijanata, pokazala se varijanta dovoda tunelom u brdu duž sjeveroistočnog ruba Kompolja kao najpovoljnija.

Prema tome definitivno je usvojena ova koncepcija rješenja HE Senj: daljinska akumulacija Kruščica na rijeci Lici, prebacivanje voda Like u Gacku spojnim tunelom Selište—Šumećica, odvod kanalom voda Like i Gacke kroz Švičko polje te dalje gravitacionim tunelom do Marasa, odakle opet kanalom u kompenzacioni bazen u Gušić polju, tlačnim tunelom do vodne komore Hrmotine i tlačnim cjevovodom do strojarnice u uvali Male Grabove na moru.



Sl. 7: Poprečni presjek pregrade Sklope

Objekti hidroelektrane Senj

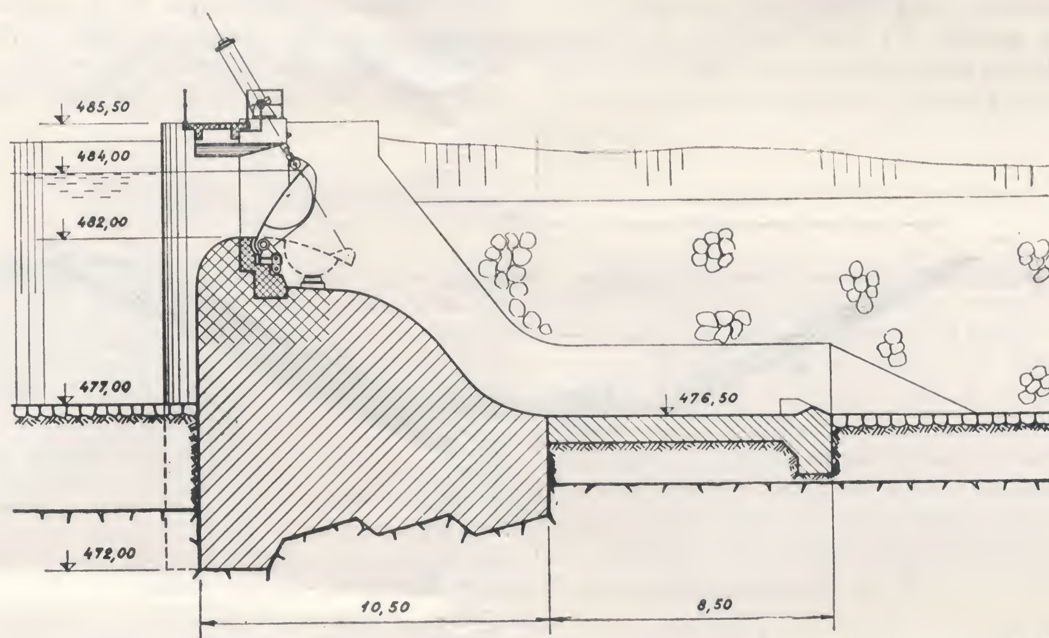
Daljinska akumulacija Kruščica na rijeci Lici realizirat će se izgradnjom nasute pregrade Sklope. Ukupna korisna sadržina ove akumulacije iznosit će oko 139 hm³, a samo jezero bit će dugačko 25 km s 4,5 km² površine kod kote maksimalnog normalnog uspora na 554,0 m n. m.

Pregrada je predviđena nasutog tipa iz kamenog nabačaja s relativno tankom, kosom glinenom jezgrom. Nagib je uzvodnog pokosa jezgre 1 : 0,481, a nizvodnog 1 : 0,397. Širina jezgre je promjenljiva i mijenjat će se s visinom, tako da je predviđena pri vrhu širinom od 3,0 m, a na koti 500,0 m n. m. sa 12,50 m. Uz obje strane glinene jezgre predviđa se ugradnja filtarskog materijala od pijeska, šljunka i kamene sitneži, ukupne debljine od 3,50 m na uzvodnoj strani i 5,0 m na nizvodnoj strani. Odnos širine jezgre prema visini iznosit će 1 : 7. Na vanjskoj strani uzvodnog i nizvodnog pokosa ugradit će se probrani kamen (»bolji«) s maks. 20% zrna < ∅ 20 mm. U unutarnjim zonama tijela pregrade predviđen je za ugradnju kameni materijal »lošije« kvalitete s maks. 15% sitneži ispod ∅ 0,1 mm.

Nagib vanjskih pokosa pregrade odabran je sa 1 : 1,5, a na uzvodnoj strani predviđena je izvedba triju bermi koje će služiti za komunikacije za vrijeme građenja. Omjer između visine pregrade i širine u stopi iznosi 1 : 3,30. Pregrada je maksimalne visine oko 75 m, a širine u kruni 4 m te dužine oko 205,0 m.

Pozajmište gline, koje ima u dovoljnim količinama, odabrano je na desnoj obali na visinskoj koti približno 510,0 m n. m. Na istoj obali nalazi se i pozajmište za kameni materijal. Ugrađivanje gline predviđeno je u slojevima od 20 cm te nabijanje ježevima, a kamenog materijala tijela pregrade u slojevima od 80 cm uz valjanje 8,5-tonskim vibracionim valjcima. Izvedba injekcione galerije kao i širi na dvorednu. Intenzitet injekcionih bušotina pod pregradom i bokovima iznosit će u principu 0,5 m/m² zavjese, s time da se u dubljim dijelovima smanji na 0,25 m/m². U površinskom sektoru pod pregradom intenzitet injekcionih bušotina predviđen je sa 1,0 m/m² zavjese, a u kavernoznim sektorima iznosit će 0,75 m/m² zavjese. Dubina injekcionih bušotina određena je na temelju istražnih bušotina, a kontrolirat će se ispitivanjem tokom izvedbe.

Prva etapa zavjese izvest će se pomoću 50.640 m injekcionih bušotina, a za drugu etapu predviđeno je oko 13.000 m injekcionog bušenja. Posebni sistem kraćih veznih injekcija osiguravat će vezu između zavjese i glinene jezgre pregrade te vezu



Sl. 8: Brana Selište

početni radovi na izvedi glinene jezgre te nasipavanja tijela pregrade u dnu korita Like, izvršit će se pod zaštitom već izvedenih betonskih zagata, koji su ranije služili na radovima za lučnu pregradu. S dovršenjem temeljnog ispusta i dovodnog tunela, koji će u fazi gradnje poslužiti kao obilazni rovovi, moći će se evakuirati od jeseni 1964. god., kad bi tijelo pregrade trebalo da bude nasuto do kote 531,0 m n. m., protoka Like od 910,0 m³/sec.

Granična veličina injekcione zavjese, njeno protezanje u dubinu i bokove, određena je na osnovu opsežnih istražnih radova. Zbog krškog karaktera terena, projektom je njena izvedba podijeljena u dvije etape. U prvoj etapi izvest će se dio koji je na osnovu istražnih radova ustanovljen kao neophodan. Opseg radova druge etape smatra se graničnim, s time, da se tokom prvih punjenja akumulacije ustanovi dio koji je potrebno još izvesti.

Zavjesa je predviđena kao jednoredna, ali da se u područjima visokih hidrauličkih gradijenata te u jako zdrobljenim i kavernoznim sektorima pro-

s betonskom oblogom tunela evakuacionih organa koji je presjecaju. U tu svrhu izvesti će se 4.840 m injekcionih bušotina.

Injektiranje će se provoditi glineno-cementnom injekcionom smjesom od 30% cementa i 70% gline uz potrebni dodatak bentonita i kalcinirane sode za tiksotropnu aktivizaciju smjese. Dužina bušotina za kontrolu uspjeha injektiranja iznosit će 12% ukupne dužine injekcionih bušotina, a kontrolna propusnost ispitivat će se na 10% dužine injekcionih bušotina.

Evakuacioni organi pregrade Sklope sastoje se iz temeljnog ispusta i preljeva, kao i dovodnog tunela. Svrha ovih objekata je dvojaka: evakuacija voda Like za vrijeme građenja nasute pregrade, što će se postići temeljnim ispustom i dovodnim tunelom i kao drugo, u konačnoj fazi, evakuacija preljevnih voda iz akumulacionog jezera, pražnjenje istog te dovod voda pribranskoj HE Sklope.

Temeljni je ispust dužine 272 m lociran na lijevoj obali Like i izvest će se potkovastog profila

visine 4,50, širine 4,0 m do injekcione zavjese, koristeći kod toga već izvedeni dio obilaznog rova koji je ranije služio početnim radovima na lučnoj pregradi. Od injekcione zavjese ovaj će tunel biti kružnog presjeka, promjera 4,0 m. Kapacitet ovog tunela iznosit će 190,0 m³/sec kod usporne kote 531,0 m n. m., do koje kote bi po operativnom planu trebala da bude izvedena pregrada do jeseni 1964. godine, kad nastupaju visoki vodostaji Like. Ulazno grlo temeljnog ispusta bit će opremljeno grubom rešetkom, a kod spoja s injekcionom zavjesom u tunelu će biti ugrađena kao pomoćni zatvarač tablasta vozna zapornica, dimenzija 2,80 × 3,80 m na pogon servomotorom.

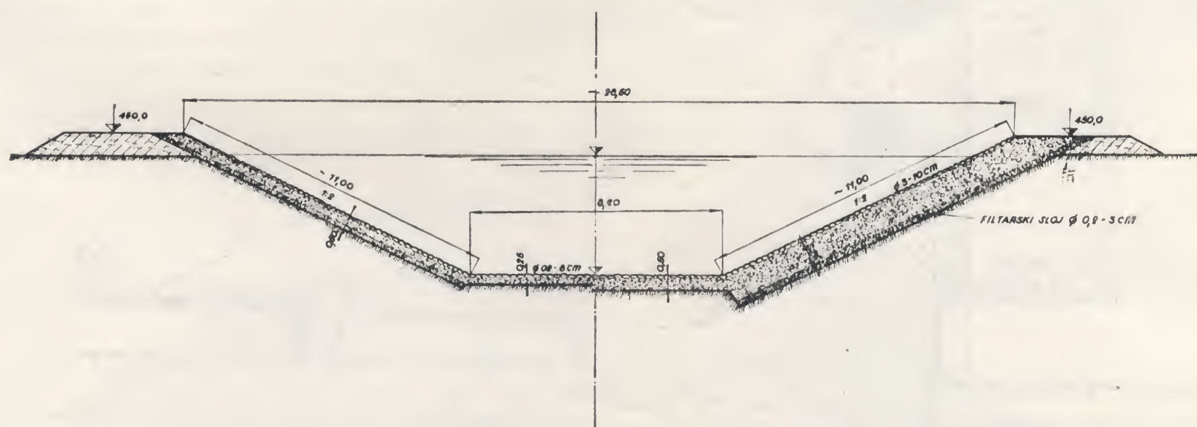
Pristup do kaverne, gdje će biti smješteni pogonski uređaji ovog zatvarača, predviđen je iz injekcione galerije. Na izlazu, temeljni će ispusti biti snabdjeven regulacionim zatvaračem, dimenzija 2,0 × 3,0 m. Temeljni će ispust u svojoj konačnoj izvedbi služiti kao dozator voda iz akumulacije Krušćica hidroelektrani Senj, kada pribranska HE Sklope ne bude radila, odnosno za pražnjenje akumulacionog jezera.

Dovodni tunel lociran je na desnoj obali, a izvest će se kružnog profila, svjetlog dijametra 7,0 m, na čitavoj dužini od 279,0 m. Ovaj je profil tunela odabran iz razloga, što će se njime evakuirati, kod kote uspora 531,0 m n. m., protoka od 720,0 m³/sec počam od jesenskog perioda 1964. god. Prema tome, ukupni evakuacioni kapacitet dovodnog tunela i temeljnog ispusta iznosi 910,0 m³/sec, što je velika voda Like s vjerojatnoćom pojavljivanja svakih 100 godina. U svojoj konačnoj fazi izvedbe, dovodni tunel će imati na svom početku ulaznu građevinu opremljenu finom rešetkom, kao i dva vozna tablasta zatvarača, dimenzija 1,80 × 3,0 m. Pogon ovih zapornica bit će pomoću pogonskih motki koje će ležati na kosoj obronačnoj stazi do pogonske kućice, gdje će biti smješteni servomotori. Od presjecišta tunela s injekcionom zavjesom, pa do strojarnice HE Sklope, montirat će se kasnije u tunelu čelični cijevovod, svjetlog promjera oko 4,0 m, kojim će se privoditi vode turbinama.

Objekt preljeva smješten je na desnoj obali i dimenzioniran na protoku od 1200 m³/sec, što je 1000-godišnja voda Like, a koju vodu može evakuirati kod kote uspora 554,50 m n. m. Kod katastrofalnog povećanja povećanja uspora do 555,50 m n. m., preljev će imati kapacitet od 1400 m³/sec. Kod dimenzioniranja evakuacionih organa pregrade uzeta je u obzir mogućnost odvodnje 1000-godišnje vode rijeke Like uvećane za 50%, tj. ukupno 1.800 m³/sec, uz istodobno funkcioniranje temeljnog ispusta, kao i uzimajući u račun retencionu moć akumulacionog jezera između kota 554,0 i 555,5 m n. m.

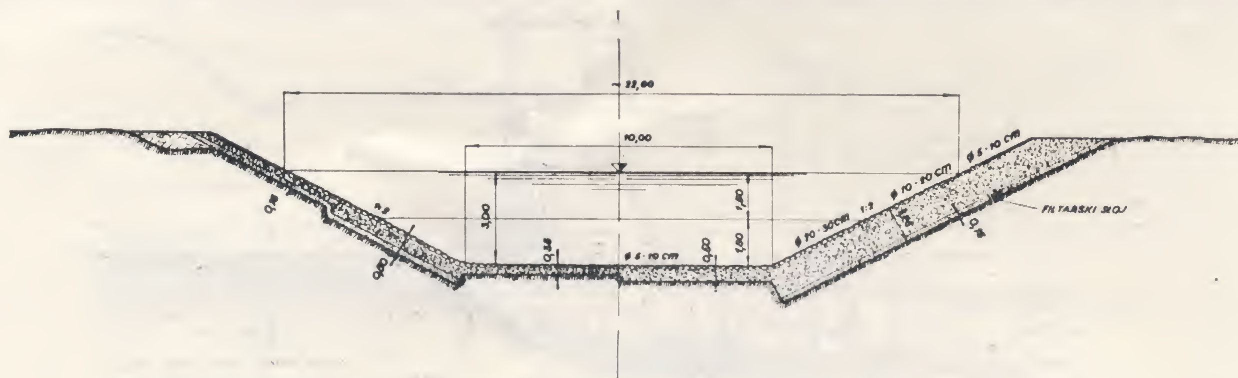
Ulazni uređaj preljevnog objekta bit će opremljen zaklopkom dimenzija 14,0 × 4,0 m, a na istom objektu ispod zaklopke bit će montirana segmentna zapornica, dimenzija 14,50 × 5,0 m. Zaklopka i segmentna zapornica bit će tako pogonski međusobno povezane da će djelovati sinhrono, a aktiviziranje je predviđeno automatski, zavisno o vodostaju u jezeru kao i na direktnu komandu iz pogonske kućice. Na ulazni uređaj se nastavlja prelazni dio nagnut pod kutem od 45° i radijusa zakrivljenosti od 34,40 m do preljevnog tunela dužine 230 m, koji će biti izveden kružnog presjeka dijametra 8,80 m, s padom dna od 4%. Tečenje ovim tunelom bit će slobodnim vodnim licem, tako da i kod evakuacije katastrofalne protoke od 1400 m³/sec njegovo zapunjenje neće preći oko 85% dijametra tunela. Na izlazu će preljevni tunel biti snabdjeven deflektorom, koji će vodu odbacivati u zrak i tako omogućiti intenzivno miješanje zraka s vodom. Ovako izmiješane preljevne vode padat će slobodno u korito Like. Cijeli objekt preljeva bit će detaljno ispitan na modelu u hidrauličkom laboratoriju Elektroprojekta, koji je laboratorij obavio i sva ostala ispitivanja na modelu za potrebe projekta HE Senj.

Vode rijeke Like iz akumulacije Krušćica odvode se prirodnim koritom ove rijeke do mjesta Selište u Lipovom polju, gdje se predviđa izgradnja male betonske brane visine 11,0 m i širine u kruni 48,0 m. Njen preljev na koti 482,0 m n. m.

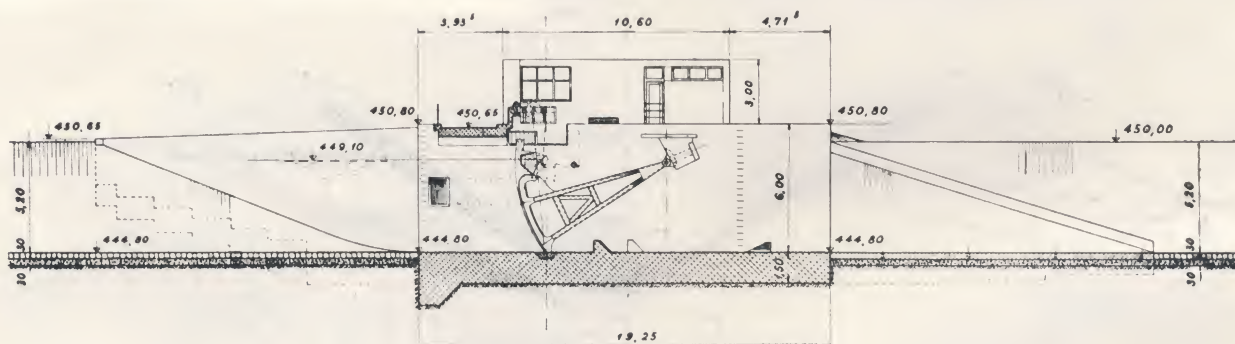


Sl. 9: Karakteristični presjeci kanala Šumećica—Gornja Švica

opremljen je automatskom zaklopkom, dimenzija 24,0 × 2,0 m, koja ima zadaću održavanja nivoa na koti 484,0 m n. m., a kod kojega se omogućuje proticanje od 49,0 m³/sec tunelom Lika—Gacka prema Šumećici. S druge strane, kod porasta dotoka Like preko kapaciteta odvoda u Gacku, odnosno u slučaju da ovaj odvod nije u pogonu, zaklopka će se spuštati pomoću automatike i omogućiti preljev do 138 m³/sec prema ponorima Like na kraju Lipovog polja. Ova protoka predstavlja približno graničnu protoku Like, iznad koje dolazi do zagušenja ponora, odnosno poplavljivanja Lipovog polja i time do izlaska vode iz korita rijeke. U takvim ekstremnim slučajevima brana dolazi pod uspor od približno 16,0 m, tako da je trebalo sprovesti posebne mjere osiguranja funkcioniranja hidromehaničke opreme. Pogon zaklopke obavljat će se pomoću servomotora na tlačno ulje, koji će biti smješten u sredini raspona zaklopke. Brana je još opremljena na svom desnom kraju uz prag ulaznog uređaja temeljnim ispustom, kojeg će zatvarati klizna tablasta zapornica dimenzija 2,80 × 1,50 m, na ručni pogon.



Sl. 10: Karakteristični presjeci regulacije Gacke na potezu Vivoze—Šumećica



Sl. 11: Brana Šumećica

Na ovom, kao i na svim objektima HE Senj, gdje je hidromehanička oprema izložena smrzavanju, predviđeni su odgovarajući uređaji zaštite električnim grijanjem. Uz branu Selište, a u direktnoj konstruktivnoj i funkcionalnoj vezi, izvest će se ulazni uređaj Selište za dovodni tunel Lika—Gacka. Građevina je na svom ulaznom grlu snabdjevena rešetkom, a 85,0 m nizvodnije nalazit će se okno u kojem će biti ugrađena regulaciona vozna tablasta zapornica, dimenzija 4,0 × 2,80 m. Ovom zapornicom bit će pomoću daljinskog upravljanja reguliran, odnosno doziran dotok Like u Gacku.

Na ulazni uređaj Selišta nastavlja se dovodni tunel Lika—Gacka, kojim će se provoditi vode rijeke Like u Gacku s izlazom kod mjesta Šumećice. Tunel je ukupne dužine 10.477 m, kružnog presjeka, svjetlog promjera 3,85 m, i padom dna 2,64‰ po čitavoj dužini. Ovaj će tunel povremeno djelovati kao tlačni, a povremeno s tečenjem slobodnim vodnim licem, već prema raspoloživim vodama rijeke Like, odnosno režimu rada HE Senj. U kasnijoj fazi eksplotacije vodnih snaga Like, moći će se ova energetska stepenica između Like i Gacke koristiti u maloj HE Otočac (cca 5.000 kW). Radovi na izgradnji ovog tunela izvest će se pomoću triju napadnih okana: Selište, Crno Jezero i Šumećica. Debljina obloge ovog tunela predviđena je sa 30 cm. U slučaju nailaska na slabi brdski materijal, obloga će biti armirana, već prema veličini unutarnjeg pritiska i kvaliteti stijene. Po čitavoj dužini tunela je predviđeno izvođenje kontaktnog injektiranja.

Na izlaznom portalu tunela izvest će se građevina za poništavanje energije vode, kao i prelazni dio u kanal, kojim se vode Like privode vodama Gacke uzvodno od brane Šumećica. Ovaj dio kanala dužine 336 m izvest će se u kaskadama zbog svladavanja visinske razlike od 4,70 m između dna izlaza tunela i reguliranog korita Gacke. Kaskadni dio kanala bit će na svom početnom prelaznom dijelu u armirano-betonskoj konstrukciji, koja postepeno prelazi u kanal s nagibom bokova od 1 : 2, a čije će stranice biti obložene grubo obrađenim kamenom oko 25 cm debljine položenim na filtarski sloj debljine 30 cm tamponskog kamenog materijala, dobivenim većinom iz iskopa tunela. Ovaj dio kanala predstavlja ujedno i dio glavnog dovodnog kanala Šumećica—Gornja Švica. Drugi dio ovog kanala dužine 1472 m, od čvorišta u Šumećici pa do ulaznog uređaja u Gornjoj Švici, prolazi, kao i svi dovodni organi u Švičkom polju, vrlo nepropusnim naslagama masne i mršave gline te prašinastim materijalima s prekomjerno finim česticama.

Iz tih se razloga ne predviđa izvedba posebne nepropusne obloge za taj kanal, već se se pokosi i dno tamponirati granuliranim kamenim materijalom iz iskopa tunela, i to u debljinama od 0,25 do 1,25 m zavisno o geomehaničkim karakteristikama tla u kojem će se nalaziti ovaj kanal na pojedinoj dionici. Svrha je ovoj oblozi da osigura stabilnost pokosa kanala i da pruži zaštitu protiv erozije potiskujuće sile vode. Stranice kanala, koji je dimenzioniran na instaliranu protoku HE Senj od 60,0 m³/sec, izvest će se u nagibu 1 : 2, širine u dnu korita od 8,60 m, te padom dna od 0,268‰

U sklopu radova za HE Senj predviđa se također i regulacija postojećeg korita Gacke na potezu od Vivoza do Donješvičkog jezera. Ove radove možemo podijeliti na tri glavne dionice.

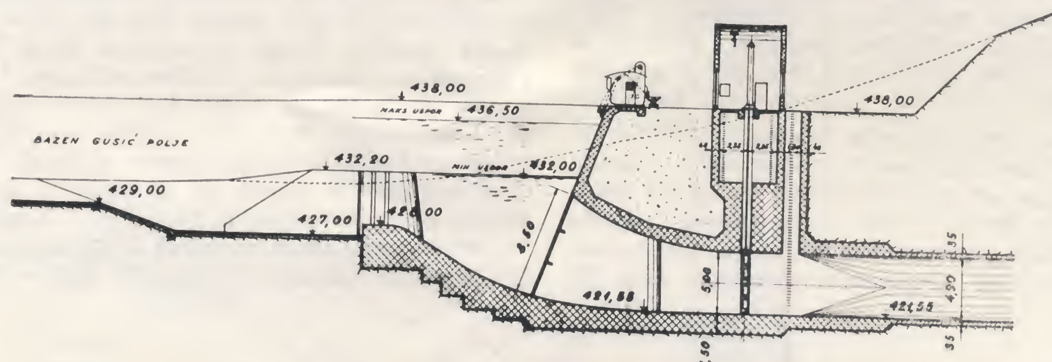
Dionica od Vivoza do brane Šumećica u dužini od 1517 m predstavlja ujedno i direktni dovodni organ HE Senj. Regulirano korito ove dionice dimenzionirano je na protoku od 92,5 m³/sec (100-godišnja voda Gacke), a izvest će se širinom dna od 10,0 m, pokosima 1 : 2 i padom dna od

Sl. 12: Ulazni uređaj Gornja Švica

Sl. 13: Karakteristični presjeci kanala Marasi—Gušić polje

1,588⁰/₀₀ po čitavoj dužini. Visinski je niveleta ovog kanala bila uvjetovana s jedne strane kotom normalnog vodnog lica 449,10 m n. m. pred branom Šumećica, kod koje je moguće odvoditi protoku od 60,0 m^3/sec prema Gušić polju, a s druge strane nastojanjem da se što je više moguće snize postojeći vodostaji Gacke uzvodno od Vivoza. Na taj način će se svakako smanjiti gubici u koritu Gacke rita, širine približno 2,0 m u dnu s pokosom stranica 1 : 2. Ova regulacija služit će za lakšu odvodnju prema Donješvičkom jezeru, odnosno za sniženje visokih vodostaja u Švičkom polju u slučajevima potpune evakuacije Gacke prema Donjoj Švici.

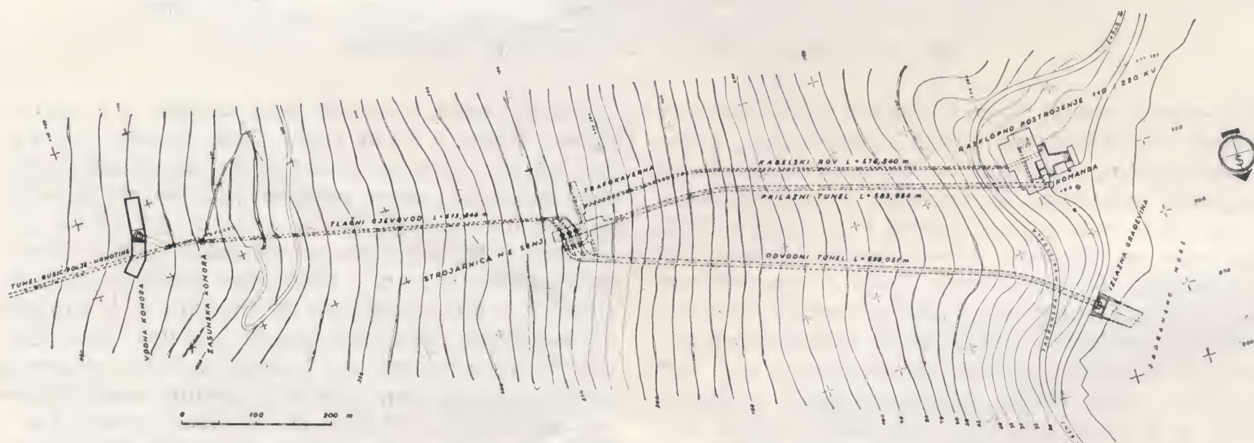
Sjeverni krak Gacke bit će kod Vivoza zatvoren nasipom u čijem će lijevom boku biti izveden



Sl. 14: Ulazni uređaj Gušić polje

na potezu prema Prozoru, a koje područje predstavlja estavelsku zonu. Osim toga odabran visinski položaj kao i dimenzije korita omogućuju odvodnju priobalnih voda i spriječavaju bilo kakvo poplavljivanje Otočačkog polja, što je do sada bio redovno slučaj svake godine. Osiguranje pokosa kanala u pogledu stabiliteta i erozije vode bit će postignuto ugradnjom tampanskog sloja iz kamenog materijala određene granulacije, koji je dobiven iz iskopa tunela. Debljina ovog zaštitnog po-

obilazni kanal za ispuštanje protoka do 12,0 m^3/sec prema Drenovom Klancu, odnosno Gušić Polju. Ovaj će ispust biti opremljen malom tablastom zapornicom, dimenzija 3,16 × 2,50 m na ručni pogon, i omogućit će evakuaciju ljetnih voda Gacke sjevernim krakom uz prethodnu izvedbu niskog pomoćnog zagata na početku reguliranog toka Gacke. Na taj će se način nesmetano moći obaviti remont odnosno obilazak svih objekata HE Senj nizvodno od Vivoza.



Sl. 15: Situacija objekata čvora strojarnice

krova varira od 0,35 do 1,25 m, već prema geomehaničkim karakteristikama tla kroz koje prolazi trasa ove regulacije.

Regulacija Gacke na dionici od Šumećice do Gornješvičkog jezera te na dionici od Gornješvičkog jezera do Donješvičkog jezera predviđa se za sada samo s izvedbom kinete u dnu postojećeg ko-

Brana Šumećica locirana je u najvećoj blizini presjecišta kanala Šumećica—Gornja Švica s reguliranim koritom Gacke, a njezina je funkcija da regulira svojim protočno-preljevnim poljem dotok u Gušić polje, kao i odvod suvišnih voda Like i Gacke prema ponorskoj zoni u Donješvičkom jezeru. Brana će biti izvedena kao armirano-beton-

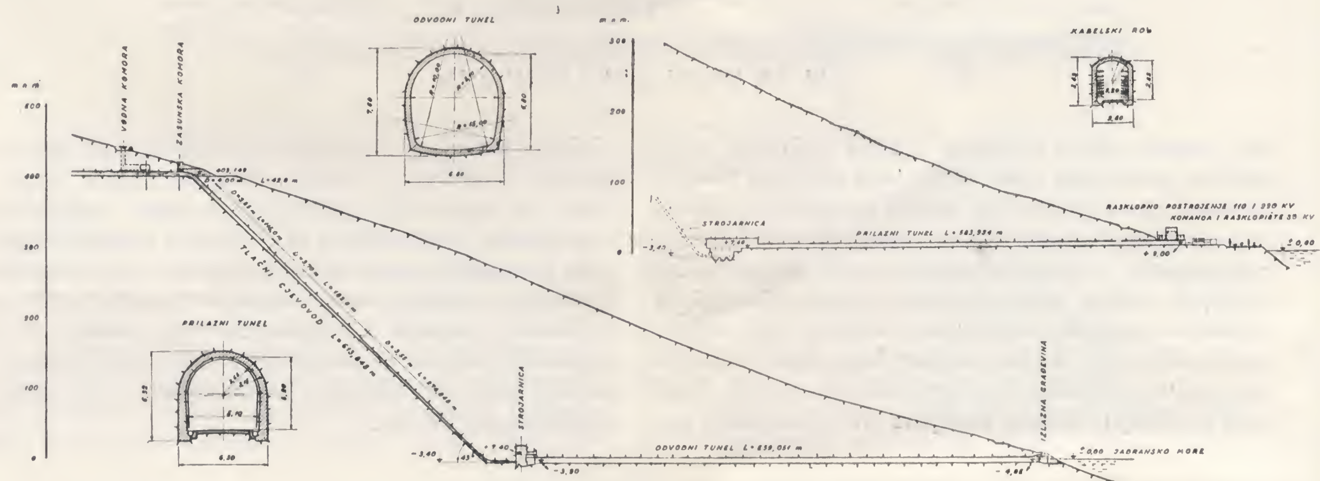
ska sandučasta konstrukcija, visine postranih zidova 7,35 m, svijetle širine 10,0 m i dužine 19,25 m. Protočno polje brane bit će snabdjeveno segmentnom zapornicom, raspona 10,0 m i visine 3,60 m, koja će na svom gornjem rubu biti opremljena preljevnom zaklopkom visine 0,90 m. Mehanizam za spuštanje i dizanje zaklopke i segmentnog zatvarača smješten je u pogonskoj kućici na lijevoj obali, a obavlja se elektromotorom. Kao rezerva za manevriranje, predviđen je i ručni pogon. Podizanje i spuštanje zaklopke i segmenta aktivira se automatski preko plovka koji je spojen s gornjom vodom ispred brane kao i na direktnu komandu.

Ispravno funkcioniranje hidromehaničke opreme brane Šumećica izvanredno je važno i sastoji se uglavnome od ovih operacija: regulacija nivoa vode ispred brane i time omogućavanje odvoda od 60,0 m^3/sec prema Gušić polju odnosno evakuacija viška iznad momentano potrebnih voda HE

nelom, odnosno otvoriti kod punog jednostranog pritiska. Aktiviranje pogona predviđeno je na licu mjesta direktnom komandom, kao i daljinski. Na početku ulaznog uređaja montirat će se gruba rešetka.

Na ulazni uređaj nastavlja se tunel Gornja Švica—Gušić polje, dužine 9.195 m. Tunel će kod svih protoka funkcionirati s tečenjem slobodnim vodnim licem, a bit će izveden svijetle visine 4,90 m i širine 4,70 m, s padom dna od 1,2‰. Minimalna debljina obloge predviđena je sa 30 cm, s time da se u potezima s lošijom stijenom debljina poveća na 50 cm, a naročito loši potezi predviđeni su za armiranje. Duž čitave dužine tunela bit će izvedeno kontaktno injektiranje u kaloti tunela. Građenje tunela izvodit će se pomoću napadnih okana: Kosmačevo jezero, Kompolje i Marasi.

Gravitacioni tunel završava u Marasima i prelazi u kanal Marasi—Gušić polje dužine 1900 m,



Sl. 16: Uzdužni presjek dovoda čvora strojarnice

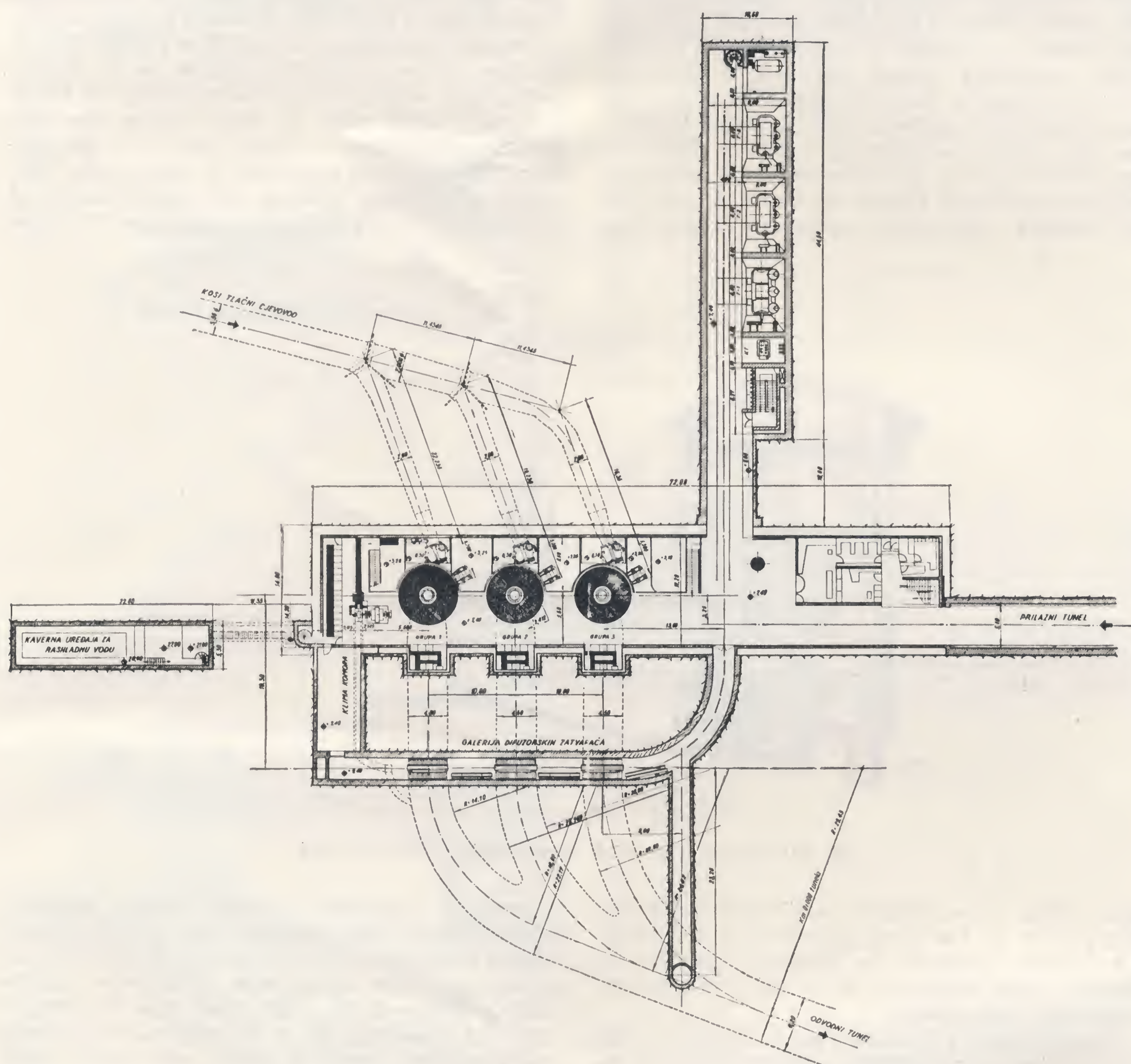
Senj prema Donjoj Švici; u slučaju nagle obustave pogona hidroelektrane i kod maksimalnog nivoa u Gušić polju, zapornica u Šumećici se otvara na daljinsku komandu te propušta svu momentano raspoloživu vodu prema Donjoj Švici. U tom času, a također na daljinsku dojavu, spušta se zapornica na ulaznom uređaju Gornja Švica i time zatvara dovod prema Gušić polju, gdje se jednakovremeno aktivira i preljevna zaklopka na istoimenoj brani. Daljnja funkcija ove brane je evakuacija svih raspoloživih voda Gacke prema retenciji u Donjoj Švici u slučaju popravka dovodnih organa nizvodno od Šumećice, odnosno ulaznog uređaja u Gornjoj Švici.

Kanal Šumećica—Gornja Švica prelazi na svom završetku u ulazni uređaj Gornja Švica. Ovaj će objekt biti opremljen segmentnom zapornicom, visine 5,20 m i širine 4,70 m, na hidraulički pogon pomoću servomotora koji je zglobno obješen o pod zatvaračnice. Kako će ovaj zatvarač služiti samo zatvaranju protoke u tunelu, to je i konstruiran tako da će se moći zatvoriti kod pune protoke tu-

kojim se radne vode HE Senj dovode u kompenzacioni bazen u Gušić polju. Ovaj će kanal na dužini od oko 1100 m prolaziti, uz mjestimične glinene proslojke, skoro potpuno jako karstificiranim vapnencima i stoga, da se spriječe gubici na pogonskoj vodi, predviđa se oblaganje lagano armiranim prefabriciranim betonskim pločama, dimenzija 2,50 × 3,0 m, debljine 10 cm, koje se u zonama vapnenačkog materijala polažu na sloj izravnajućeg mršavog betona, a u zonama sedrasto-glinenog materijala, na tamponski sloj granuliranog kamenog materijala, debljine 35 cm. Dno kanala kao i završetak obloge pri vrhu pokosa betonirat će se na licu mjesta. Kanal je predviđen s širinom dna 2,38 m, uzdužnim padom od 0,042‰, te nagibom stranica kanala od 1 : 1,50. Usprkos što kanal na svojoj početnoj dionici prolazi kroz krško područje, ipak će na tom kao i na ostalom potezu biti predviđen sistem drenaže za rasterećivanje vanjskog pritiska vode u slučaju naglog pražnjenja kanala. Preostali dio kanala na dužini od 800 m prolazi masnim i mršavim glinama i sedrasto-prašinastim

materijalima relativno vrlo velike nepropusnosti. Međutim, kod naglih pražnjenja bazena do kote 432,0 m n. m. i proticanja instalirane protoke od 60,0 m³/sec kanalom, dolazi do pojave velikih brzina na posljednjoj dionici. Iz tih je razloga, a i zbog jedinstva izvedbe, predviđena betonska obloga do kraja kanala u Gušić polju. Za osiguranje nepropusnosti obloge predviđeno je brtvljenje reški između ploča Soral-kitom. Na kraju kanala bit će izvedeno slapište, tako da se spriječi erozija dna bazena prilikom uljevanja kod najnižih vodostaja u jezeru.

Kanal Marasi—Gušić polje siječe na stacionaži km 1 + 200 sjeverni krak Gacke, nešto prije njegovog račvanja u Gušić polje i Kompolje. Na tom mjestu izvest će se sifon kojim će se omogućiti prolaz voda iz tog kraka ispod kanala u Kompolje, za slučaj da se ta voda ne želi uvesti u bazen Gušić polja (remont dna bazena; dovoljne količine vode u bazenu), kao i preljevni upust u kanal kontroliran tablastom zapornicom, za slučaj kad se te vode privode za energetsko korištenje u HE Senj. Uzvodno od ovog objekta, na lijevom boku kanala, bit će izveden sigurnosni rasteretni preljev bazena Gušić polje, i to dužine 240 m. Kruna ovog preljeva izvest će se na koti 437,0 m n. m., a evakuacija vode predviđena je prema Kompolju.



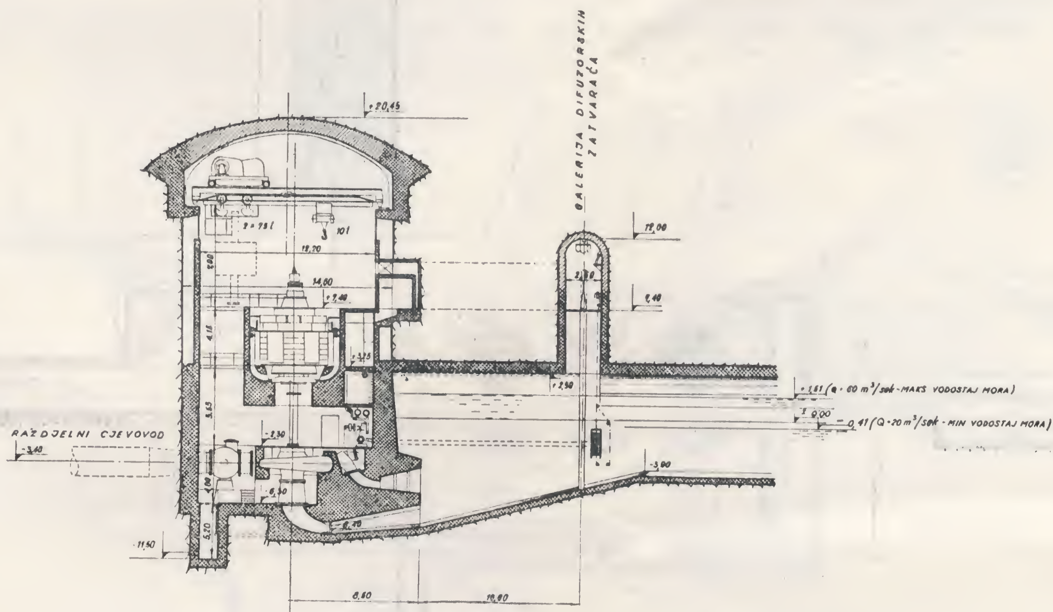
Sl. 17: Tlocrt strojarnice na koti +7,40 m n. m.

Kompenzacioni bazen u Gušić polju imat će ukupnu sadržinu od 1,6 hm³, od toga 1,5 hm³ korisne zapremine, a zadaća mu je da osigurava elastičnost u radu HE Senj, s obzirom na daljinsku akumulaciju Kruščica. Bazen zatvaraju od pre-

ostalog dijela Gušić polja dva obodna nasipa dužine 3.158 m i najveće visine 7,0 m. Trasa tih nasipa je birana tako, da se je po mogućnosti nastojalo izbjeći mjesta s plitkim kvartarnim nadslojem, kao i mjesta vrtača i ostala oštećenja. Bazen se nalazi u masnim i mršavim glinama i sedrasto-prašinastim materijalima, koja prema laboratorijskim pokusima i ispitivanjima pokazuju vrlo veliku nepropusnost. Za izvedbu predviđena su dva tipa nasipa, i to jedan do visine od 3,50 m s nagibom uzvodnog pokosa od 1 : 2, a nizvodnog 1 : 1,5, te drugi za visine od preko 3,5 m s uzvodnim i nizvodnim nagibom od 1 : 2. Širina krune za oba tipa nasipa predviđena je s 2,50 m. Tijelo nasipa izvest će se iz glinovito-sedrastih materijala, uglavnom iz iskopa kanala. Na uzvodnoj strani bit će izvedena nepropusna membrana iz kvalitetne gline. Glina će se polagati na filtarski sloj sedrenog pijeska ili kamenog granuliranog materijala, a s uzvodne strane bit će zaštićena kamenim nabačajem sloja debljine 0,70 m, položenim na filtarski sloj istog sastava.

Na nizvodnoj peti nasipa predviđa se drenažni sloj iz kamenog materijala, a nizvodni pokosi nasipa predviđeni su da se zatrave. U dnu bazena Gušić polja, i to u produženju kanala Marasi—Gušić polje, predviđena je izvedba kanala do ulaznog uređaja. Širina dna ovog kanala je projektirana sa 1,50 m i nagibom stranica 1 : 1,5, te betonskom oblogom debljine 15 cm, koja će se betonirati na licu mjesta. Ukupna dužina ovog kanala je 1.000 m, a kapacitet mu iznosi 15,0 m³/sec. Svrha je ovog kanala da omogući rad HE Senj s navedenom protokom u slučaju eventualnim sanacija kao i pregleda dna bazena Gušić polja. Maksimalni radni uspor bazena Gušić polje predviđen je na koti 436,50 m n. m., a minimalni radni nivo 432,0 m n. m., dok je kota krune nasipa određena sa 438,20 m n. m., što je dovoljno sigurno s obzirom na mogućnost stvaranja valova u tom kraju.

U desnom nasipu bazena Gušić polje, i to na mjestu gdje siječe krak Gacke koji se gubi prema ponorima na kraju tog polja, predviđa se izgradnja male preljevne brane. Ova će brana biti opremljena preljevnom zaklopkom širine 9,60 m i visine 2,20 m. Spuštanjem ove zaklopke osigurat će se preljev preko brane od 60,0 m³/sec kod vodostaja od 436,50 m n. m. u Gušić polju, za slučaj naglog ispadanja elektrane iz pogona. Preljevne vode će u tom slučaju odlaziti prema ponorima na kraju polja. Međutim, kako je moć gutanja ovih ponora manja od instalirane protoke hidroelektrane, dopustit će se privremena inundacija područja između nasipa i ponorske zone. Ovo područje može primiti do kote uspora 435,50 m n. m. količinu od 1,65 hm³, što odgovara pet puta uzastopnom pražnjenju tunela Gornja Švica—Gušić polje. Kod toga je uzeta u obzir još i rezerva, da će od početka preljevanja preko preljeva brane u Gušić polju proći svaki puta jedan sat dok se ne zatvori zapornica na ulaznom uređaju u Gornjoj Švici. U slučaju da se takvi manevri ponove više puta od predviđenog, zatvara se zaklopka na brani Gušić polje i stupa u funkciju sigurnosni rasteretni preljev prema Kompolju. Aktiviranje zaklopke na brani Gušić polje je automatsko preko plovka u zavisnosti o vodostaju u bazenu, a na licu mjesta intervencijom čuvara.

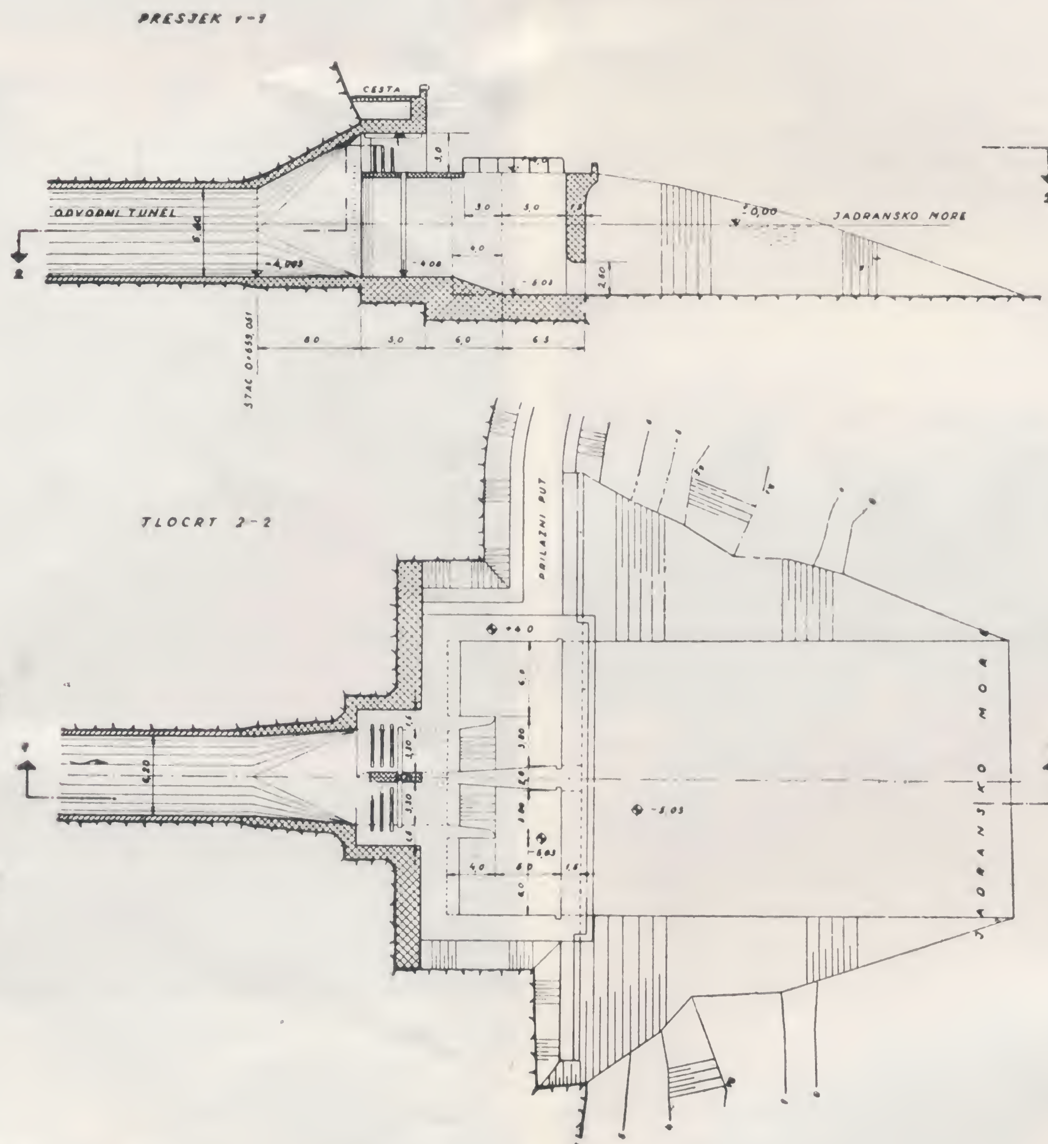


Sl. 18: Poprečni presjek kroz strojarnicu HE Senj

Na zapadnoj strani bazena Gušić polje izgradit će se istoimeni ulazni uređaj za glavni dovodni tunel prema moru. Građevina je opremljena finom

rešetkom, koja se čisti pomoću odgovarajućeg stroja, kao i tablastom voznom zapornicom dimenzija 4,20 m širine i 5,0 m visine. Pogon zapornice je na servomotor, koji će biti smješten u pogonskoj kućici uz prostorije za čuvara i ostale uređaje. Iza zapornice nalazit će se u tjemenu tunela ozračno okno, kojim je ujedno kod spuštenog zatvarača moguć silaz u tunel za radove na obilasku i remontu tunela.

nela. Po čitavoj dužini tunela bit će izvedeno kontaktno-vezno injektiranje tunela pod maksimalno mogućim pritiskom. Svrha je ovog injektiranja da se s jedne strane stvori intiman kontakt između stijene i betonske obloge, a s druge strane da se konsolidira plića zona u okolini tunela, koja je rastrešena uslijed miniranja. Radovi na ovom tunelu izvest će se pomoću triju napadnih okana, i to Gušić polje, Melnice i Hrmotine.



Sl. 19: Izlazna građevina u more

Iza ulaznog uređaja nastavlja se tlačni tunel Gušić polje—Hrmotine, dužine 13.576,5 m s padom dna od 1,5‰. Tunel je kružnog presjeka, svjetlog dijametra 5,0 m i debljine betonske obloge od 30 cm. U područjima slabe stijene predviđa se, zbog preuzimanja unutrašnjeg pritiska, izvedba jednostruko armirane betonske obloge. Na potezima brda, gdje se može očekivati i vanjski pritisak, izvest će se dvostruko armirana obloga tu-

Na stacionaži km 13 + 537,0 izvest će se vodna komora Hrmotine, raščlanjenog tipa, sastojeći se od donje komore s prigušivaćem, vertikalnim oknom i gornjom otvorenom komorom. Donja komora je svjetlog promjera 6,50 m na krajevima, ukupne dužine od 81,50 m, koja se tlocrtno odvaja od osi tunela pod kutem od 37°. Donja komora i vertikalno okno izvest će se armiranobetonskom oblogom, debljine 60 cm. Vertikalno okno je promjera 5,10 m,

a završava u gornjoj komori na koti 436,60 m n. m. Gornja je komora poluukopanog tipa, dužine 125,0 m, širine u dnu 16,50 m, a predviđena je s oblogom iz betona, odnosno nizvodnim betonskim gravitacionim zidom.

Na udaljenosti 47,0 m nizvodno od vodne komore bit će izvedena zasunska komora. Ovaj će objekt biti opremljen trodjelnom tablastom voznom zapornicom na hidraulički pogon, svjetlih dimenzija 4,35 × 2,90 m. Zapornica će u otvorenom položaju biti smještena u blindiranom kućištu, koje se nadovezuje na čelične prelazne dijelove uzvodno na tunel, a nizvodno na tlačni cjevovod. Zapornica će biti snabdjevena uređajem za daljinsko pokazivanje položaja, ručno i daljinsko upravljanje, kao i sigurnosnim uređajem za automatsko zatvaranje u slučaju prekoračenja dozvoljene brzine u cjevovodu.



Sl. 20: Izlaz tunela Gušić polje—Hrmotine s postrojenjem za pripremu betona

Nizvodni prelazni dio blindaže zasunske komore prelazi izravno u kosi čelični tlačni cjevovod, ukupne dužine 614 m, čija os zatvara kut od 43° prema horizontali. Cjevovod je promjenljivog svjetlog dijametra 4,0/3,85/3,70/3,55 m. Čelična će cijev biti glatka izvana, bez ikakvih usidrenja i prstenova za ukrućivanje, a bit će ubetonirana po svojoj čitavoj dužini. Odabiranjem ovog tipa tlačnog cjevovoda postiglo se vjerojatno najbolje rješenje u pogledu koštanja fabrikacije cijevi i građevinskih radova. Istražnim radovima koji su se sastojali od istražnih bušenja, mjerenja podzemnih vodostaja, seizmičkih radova i mjerenja modula deformacije stijene metodama »tlačnog jastuka«, radijalne prese i postupkom u tlačnoj komori te geološkim kartiranjima, dobiven je uvid u karakteristike ove stijene. Brdska masa u kojoj će biti izgrađen ovaj cjevovod sastoji se iz relativno debelo usojenih tamnosivih jurskih vapnenaca.

Ispitivanja su dalje pokazala, da se radi o brdskom materijalu pretežno vrlo dobre kvalitete, iako heterogenom i anizotropnom. Čelične stijenke cjevovoda dimenzionirane su na preuzimanje maksimalnog unutarnjeg pritiska uz odgovarajuće sudjelovanje stijene, kao i na preuzimanje eventualnog vanjskog hidrostatskog tlaka u slučaju praznog cjevovoda, a koji je pritisak uzet u račun približno jednak liniji površine terena. Izrada čelične cijevi predviđena je iz specijalnog čelika Idrotub, prekidne čvrstoće 5.600 kg/cm² i granice većih izduženja 4.000 kg/cm². Debljina stijenki varira od 12 mm na početku cjevovoda do 43 mm na kraju u području donjeg napadnog okna, uzvodno od razdjelnog cjevovoda. Betoniranje slobodnog prostora



Sl. 21: Strojarnica HE Senj — betoniranje difuzora s pomoćnim kranom za građevne radove

od minimum 15 cm između čelične stijenke i brda izvršit će se tekućim betonom, koji će se transportirati na mjesto ugradnje — u tu svrhu specijalno formiranim žljebom, a sama ugradnja neće zahtijevati nikakvo pervibriranje.

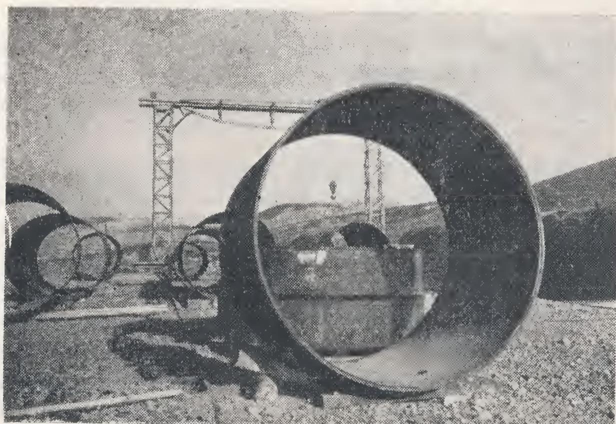
Ovim načinom namjerava se postići jednakovremeni rad na montaži kao i na ugradnji betona. Po dovršenim montažnim i građevinskim radovima, a u vremenskom razmaku kojeg će diktirati postizavanje odgovarajuće čvrstoće betona, slijedit će radovi na konktaktnom i konsolidacionom injektiranju, koje će se provoditi duž čitave dužine cjevovoda. Nakon potpunog dovršetka injekcionih ra-

dova, predviđeno je pjeskarenje i ličenje antikorozivnim premazom.

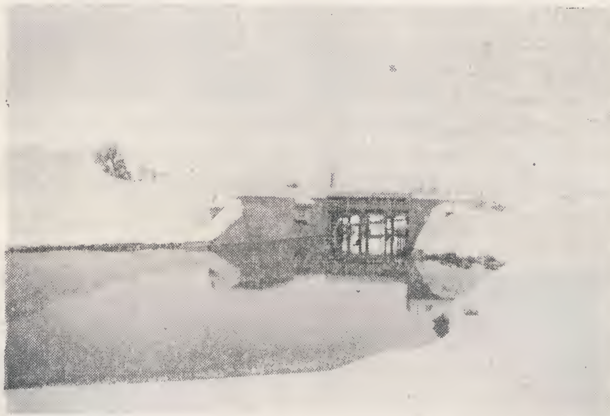
Iza donjeg koljena tlačnog cjevovoda nastavlja se razdjelni cjevovod kojim se privodi voda do pojedinih turbina. Ulazni promjer razdjelnog cjevovoda iznosit će 3,55 m a izlazni promjer na predturbinskom kuglastom zatvaraču 1,40 m. Debljina stijenki varira od 46 mm na početku do



Sl. 22: Betoniranje svoda strojarnice pumpom



Sl. 23: Deponija cijevi tlačnog cjevovoda na Hrmotinama



Sl. 24: Brana Šumećica



Sl. 25: Pregled Sklope — uzvodni betonski zagat

mm s zasunom na kraju, koja će služiti za pražnjenje cjevovoda mimo turbina.

Podzemna kaverna strojarnice locirana je tako, da joj je uzdužna os okomita na smjer pružanja slojeva brda. Dužina glavne kaverne na koti +7,40 m n. m. generatorskog poda iznosit će 72,50 m, svijetle visine 12,30 m i širine 14,60 m. Uz glavnu kavernu, a spojeno s njome transportnim hodnikom, smještena je pod pravim kutem manja transformatorska kaverna, dužine 43,50 m, svijetle širine 9,0 m i visine 9,60 m. Glavna kaverna predviđa 27 mm na kraju ogranka pred turbinom. Na dnu razdjelnog cjevovoda predviđena je cijev ∅ 300



Sl. 26: Betoniranje dna kanala Marasi—Gušić polje

se s nosivom oblogom u svodu, na koju će biti obješena kranska staza, dok se stranice kaverne predviđaju za oblaganje samo laganoarmiranom zaštitnom oblogom. Transformatorska kaverna će biti obložena po čitavom svom presjeku. Iz glavne kaverne na nizvodnoj strani odvajat će se kotom poda na +7,40 m n. m. galerija za difuzorske zatvarače, a u visini svoda strojarnice, u njenom uzvodnom produženju, predviđen je smještaj rezervoara za rashladnu vodu, kapaciteta 250 m^3 uz ugradnju odgovarajućih filtera i taložnica. Voda za ovu svrhu kao i za sanitarne potrebe i strojarnici i vanjskim objektima u Grabovi, dobivat će se pumpanjem prerađene vode iz odvodnog tunela, a voda za piće dobivat će se iz vodovoda Žrnovnica. U turbinskom katu strojarnice na koti —2,30 m n. m bit će ugrađene tri spiralne turbine tipa Francis na vertikalnoj osovini, svaka za protoku od 20,0 m^3/sec, snage 98.500 KS i 600 o/min. Turbine će biti opremljene regulatorom pritiska.

Direktno spojeni na turbine bit će vertikalni trofazni generatori prividne snage 80 MVA, cos φ = = 0,9, napona 10,5 kV i 600 o/min. U bloku s generatorima spojit će se golim vodovima 10,5 kV trofazni uljni transformatori 80 MVA prenosnog odnosa 10,5/123 kV za dvije jedinice i 10,5/245 kV za jednu jedinicu. Kablovi se provode iz transformatorske kaverne kabelskim rovom dužine 577 m do vanjskog rasklopišta u uvali Male Grabove. U glavnoj hali strojarnice predviđena je mosna dizalica 2 × 75 t, raspona 12,80 m, koja će služiti kod montaže i remonta strojeva i transformatora. HE Senj imat će dva rasklopna postrojenja, 110 i 220 kV.



Sl. 27: Gradilište u Maloj Grabovi — rasklopište 110 kV i 220 kV sa zgradom komande

Da bi se omogućila izmjena energije između mreža 110 kV i 220 kV predviđa se ugradnja i jednog regulacionog autotransformatora 110/220 kV 150 MVA.

Za opskrbu električnom energijom mreže ispod Velebita kao i otoka Rab, predviđa se ugradnja jednog manjeg regulacionog transformatora 110/35 kV i manjeg rasklopnog postrojenja 35 kV. Energija za vlastiti potrošak dobivat će se preko kućnog transformatora 1000 kVA, 35/0,4 kV, smještenog u transformatorskoj kaverni, i transformatora 250 kVA, 35/0,4 kV, smještenog uz rasklopno postrojenje. U slučaju ispadanja iz pogona transformatora 1000 kVA, energiju za vlastitu potrebu davat će mali kućni agregat od 800 kVA, opremljen Pelton turbinom priključenom na tlačni cjevovod, ili kao

krajnja rezerva Diesel-agregat od 240 kVA. Uklapanje HE Senj u mrežu 220 kV izvest će se izgradnjom oko 18 km dalekovoda do Brinja, gdje prolazi dalekovod 220 kV Split—Zagreb.

Prilaz u strojarnicu omogućit će se pristupnim tunelom dužine 584 m, svijetle visine 5,20 m i širine 5,30 m. Tunel je predviđen za oblaganje nosivom oblogom iz betona, s unutarnjom ljuskom iz bojadisanog salonita. Na prostoru između rasklopnog postrojenja i mora bit će smještene zgrade komande, rasklopnice 35 kV, uprave, radionice i garaže pogona.

Turbinski odvodi (difuzori) prelaze hidraulički povoljno oblikovanim prelazom u odvodni tunel, čija će ukupna dužina iznositi 659 m. Profil tunela je odabran košarastog tipa, svijetle visine 6,80 m i širine 6,20 m, te padom dna od 0,278‰. Tunel će visinski biti položen tako da do maksimuma iskoristi raspoloživi bruto pad od Gušić polja do mora. Iz tih je razloga kota dna na izlazu u more na —4,08 m n. m. Tunel će kod svih manevara turbina, uz poštivanje pogonskog pravilnika, funkcionirati s tečenjem slobodnim vodnim licem. Ozračenje tunela provedeno je, osim na kraju kod izlazne građevine i na početku odmah iza galerije difuzorskih zatvarača, još i na udaljenosti 275 m od izlaza u more, koristeći kod toga i spoj s ranije izvedenim istražnim rovom u Grabovi.

Odvodni tunel na svom kraju prelazi u izlaznu građevinu u more. Objekt izlaza u more oblikovan je studijama i ispitivanjima na modelu u hidrotehničkom laboratoriju Elektroprojekta, tako da omogućuje izlazak vode u more uz najmanje moguće hidrauličke gubitke, dok svojim oblicima sprečava odnosno smanjuje pronošenje djelovanja morskih valova prema strojarnici. Ovo je postignuto uranjanjem dvaju izlaznih otvora 9,0 × 2,50 m svojim dnom na kotu —5,33 m n. m., zaštitnim uronjenim zidom iznad tog otvora kao i amortizacionim komorama smještenim lijevo i desno od izlaza tunela, s kotom na —4,08 m n. m. Ispitivanja na modelu su pokazala za najnepovoljniji slučaj, dakle kad nema tečenja tunelom, da se visina vala 3,25 m od juga na moru smanjuje na 0,75 m u tunelu. Ovo stanje je još daleko povoljnije kod proticanja vode tunelom. Ovim načinom poništenja, odnosno smanjenja utjecaja mora na prihvatljive granice, uspjelo je eliminirati izvedbu skupog valobrana ili izvedbu male luke. Spuštanjem čeličnih grednih zapornica na izlaznom portalu tunela u za to predviđene utore, omogućit će se ispumpavanje odvodnog tunela za slučaj remonta ili obilaska.

Izgradnja HE Senj zahtijevat će i korekcije nekih postojećih saobraćajnica. Tako će se u Gušić polju preložiti oko 2,5 km ceste Senj—Otočac, koja izgradnjom kompenzacionog bazena dolazi pod vodu. Ovo je bio možda i podstrek da se konačno počne s tako potrebnom modernizacijom važne turističke veze Senj—Plitvička jezera preko Vratnika. Osim toga, u uvali Grabove kod Jurjeva, preložit će se oko 650 m Jadranske turističke ceste, i na taj način omogućiti nesmetani razvoj gradilišta i kasnije odvojeni pristup do objekata ulaza u strojarnicu.

Izrada studija i projekata, izrada programa kao i nadzor nad obavljanjem istražnih radova te direktivni tehnički nadzor nad izgradnjom HE Senj povjeren je poduzeću Elektroprojekt, Zagreb. U istom opsegu radova, a za tijelo nasute pregrade Sklope, angažirano je i poduzeće Geoistraživanja, Zagreb. Na sprovođenju istražnih radova za ovaj objekt sudjeluju: Geofizika, Zagreb; Institut J. Černi, Beograd; Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb; Zavod za geološka istraživanja, Zagreb; Hidrometeorološki Zavod, Zagreb; Zavod za ispitivanje materijala i konstrukcija građevinskog fakulteta, Zagreb; Hidrotehnički laboratorij Elektroprojekta, Zagreb; i poduzeća Elektrosond i Geoistraživanja, Zagreb.

Glavne građevinske radove izvode poduzeća: Hidroelektra, Zagreb; Konstruktor, Split; Tehnogradnja, Maribor i Tunelogradnja, Beograd. Glavni dobavljači električne i hidromehaničke opreme za HE Senj, a koji ujedno obavljaju i montažu jesu tvornice Rade Končar, Zagreb; Litostroj, Ljubljana i Metalna, Maribor. Kosi tlačni i razdjelni cjevovod, uz djelomičnu suradnju Metalne, dobavlja firma Cofor, Rim.

KAKO POVEĆATI PRODUKTIVNOST

Mihovil Ferenšćak, Zagreb

U posljednje vrijeme u građevinarstvu se ulažu napori, da se postigne što je moguće veća produktivnost u proizvodnji. Od stepena produktivnosti zavisi kako rentabilnost poslovanja privredne organizacije, tako i životni standard radnika-izvođača, zato su i razumljiva nastojanja koja se ulažu u tu svrhu.

Stepen produktivnosti zavisi od mnogih faktora, a naročito od

— lokacije objekta

— opremljenosti mehanizacijom

— pravovremene opskrbe gradilišta potrebnim materijalima

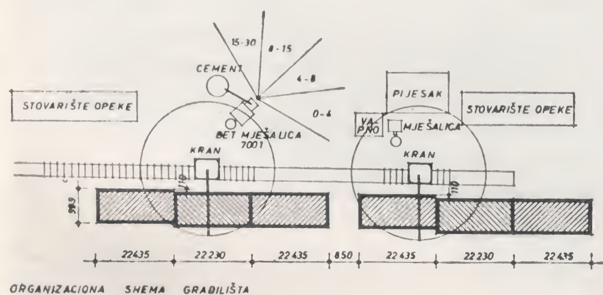
— organizacije tehnološkog procesa građenja

—stručnosti odnosno uvježbanosti radnika- izvođača

— subjektivnih utjecaja radnika-izvođača na stepen produktivnosti, itd.

Povećanje stepena produktivnosti skloni smo tražiti u prvom redu u odabiranju prikladnih sistema konstrukcija, načina izvedbe, upotrebom mehanizacije i upotrebom prikladnijih materijala, dok se manja važnost polaže na pravovremenu dobavu materijala, organizaciju odabranog tehnološkog procesa građenja, stručnost odnosno uvježbanost radnika, te na subjektivne utjecaje radnika-izvođača.

U ovom članku iznijet je prikaz rada na jednom gradilištu, gdje je rukovodstvo gradilišta nastojalo poboljšanjem postavljenog tehnološkog procesa građenja povećati produktivnost i gdje su subjektivni utjecaji radnika-izvođača bili usmjereni na to, da se što je moguće više poveća radni učinak.



Sl. 1: Situacioni plan gradilišta

U realizaciji ovog zadatka na gradilištu su bila tri različita perioda rada: i to, prvi — period 18 dana mjeseca kolovoza i mjesec rujan, kada se je rad na gradilištu uhodavao. Izvodili su se temelji i podrumska etaža na oba objekta; drugi period, mjesec listopad, kada se je na gradilištu razvila najveća produktivnost, i treći završni period — mjesec studeni i 20 dana mjeseca prosinca, kada su se na gradilištu radili završni radovi.

Objekti koji su predmet ovog prikaza su dvije stambene trokatnice ovih dimenzija:

duljina (22,435 + 22,320 + 22,435) =	67,19
širina	9,99
konstruktivna visina etaže	2,80

Objekat ima prizemlje, I, II i III kat, koji su tlocrtno potpuno jednaki. Objekat je sa dvije dilatacione reške, podijeljen u tri potpuno ista odsječka (dilatacije). Prema tome je trebalo obaviti na svakom objektu 12 jednakih dijelova (etažnih dilatacija), odnosno na dva objekta ukupno 24 jednaka bijela (bez podruma).

Količine grubih građevinskih radova u pojedinoj etažnoj dilataciji (dijelu) su ove:

grubo — nosivo ziđe = cca		60,00 m³
oplata	„	250,00 m²
betonskog čelika	„	2650,00 kg
betona	„	41,00 m³

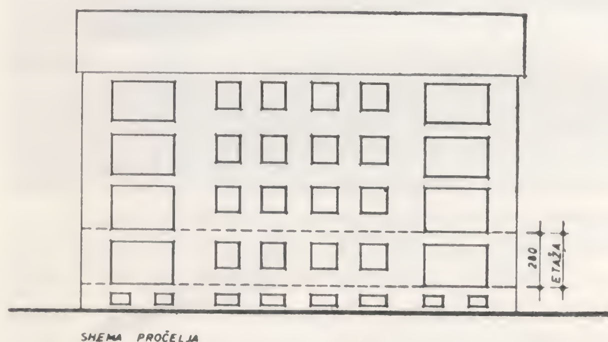
Radne brigade bile su ovog sastava:

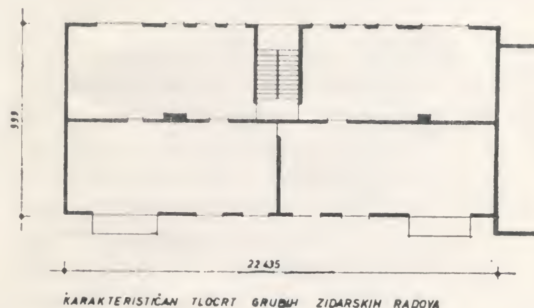
Zidarske brigade: 7 zidara, 4 priučena zidara i 5 radnika za podvorbu zidara. Dakle zidarska je brigada bila »kompleksna«

Tesarska brigada: 10 tesara

Savijači željeza: 3 savijača

Betonirske brigade: 6 betoniraca i jedan strojar na mješalici za beton.





Sl. 2: Shematski prikaz tlocrta i pročelja objekta

Na svakom je objektu bio po jedan samohodni kran sa strojarem. Radno vrijeme krana nije teretilo niti jednu radnu brigadu.

Rad na izradi pojedinih etaža bio je tako organiziran da su zidarskoj brigadi za jednu dilataciju bila planirana tri radna dana. Tesarima su isto tako bila planirana tri radna dana. Savijači željeza trebali su položiti armaturu za tri radna dana, a betonirci su trebali izbetonirati jednu dilataciju za jedan radni dan (10 sati). Radni dan zidara, tesara i savijača u prosjeku je imao 10 sati. Prema tome bila je predviđena slijedeća shema rada:

zidari	+ + + — — — · · ·
tesari	+ + + — — — ·
savijači	+ + + —
betonirci	+



Sl. 3: Gradilište

Iz gore označene sheme vidljivo je, da su zidari, tesari i savijači imali kontinuirani rad, kod čega su trebali svaki četvrti dan započinjati s radom na novoj dilataciji. Betonirci nisu imali kontinuirani rad nego su svaki treći dan trebali izbetonirati jednu dilataciju. Dane između betoniranja trebali su sprovesti na drugim građevinskim radovima, kao npr. na iskopu za kanalizaciju, polaganju kanalizacije, planiranju terena, planiranju ispod podloge u podrumu, zatrpavanju kanalizacije, betoniranju podloge u podrumu, uređenju gradilišta, na radu u režiji za investitora i sl.

Iz gornje sheme lako je uočljivo, da je ova jedna betonirska brigada mogla raditi kontinuirano na betoniranju stropova dilatacije kad bi bile uposlene još dvije brigade tesara, zidara i savijača, s time da te nove brigade započnu s radom jedan dan kasnije. Skratiti radno vrijeme brigadama zidara, tesara i savijača od tri dana na jedan dan, uposlenjem većeg broja radnika, nije bilo moguće zbog relativno male prostorne površine (22,32 × 9,90) a da to ne bi imalo utjecaja na radni učinak pojedinaca zbog skučenog radnog prostora, odnosno na bonitet izvedenog posla s obzirom na brzinu dizanja zida (presvježi malter u zidu, solidnost vezanja oplate i armature).

Planom određeni broj radnika u pojedinim brigadama pokazao se kao optimalan i da može udovoljiti postavljenoj dinamici izgradnje.

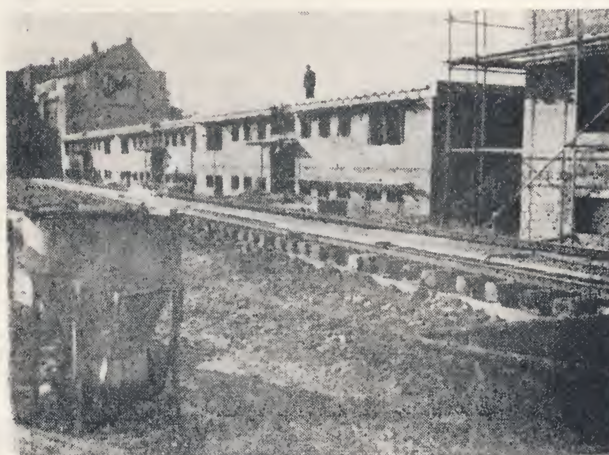
Već od samog početka rada brigade tesara, savijača i betoniraca bile su sastavljene kako je naprijed navedeno. Zidarska je brigada u početku bila sastavljena od 7 zidara i 4 polukvalificirana zidara, dok su radnici za podvorbu bili u posebnoj brigadi. Tek kasnije osnovana je kompleksna zidarska brigada.

Radni učinak brigada izražen u procentu materijalnog obavljenog rada bio je:

	Rujan %	Listopad %	Povećanje produktivnosti %
Zidari (bez podvorbe)	127,1		
Zidari (s podvorbom)		148,7	16,99
Tesari	128,4	164,5	28,11
Savijači	125,4	165,0	31,58
Betonirci	129,3	147,0	13,69
Podvorba zidara	124,5	148,7	19,31

U mjesecu rujnu brigade tesara, savijača i betoniraca bile su zaposlene djelomično na dilatacijama podruma, koje se bitno razlikuju i po obliku i po materijalu od dilatacija prizemlja i katova.

U mjesecu listopadu sve su brigade radile na posve jednakim dilatacijama prizemlja i katova. U tom mjesecu izrađeno je bilo 12 dilatacija u raznim katovima. Analizom poslovanja u mjesecu rujnu ustanovljeno je, da će zidarska brigada ako ostane specijalizirana biti »usko grlo proizvodnje«, i donesen je zaključak da se brigada sastavi kao kompleksna, tj. da u njenom sastavu budu i zidari i radnici koji proizvode malter i transportiraju



Sl. 4: Objekti u građenju

ske dizalice). Novoosnovana kompleksna brigada opeku na mjesto ugradnje (bez upravljača toranj-zidara sastojala se je kako je navedeno, od 7 kvalificiranih zidara, 4 polukvalificirana radnika i 5 nekvalificiranih radnika. Nadalje, na temelju sprovedene analize utvrđeno je, da bi se vrijeme građenja moglo skratiti ukoliko bi se rad u pojedinim brigadama tako organizirao, da jedan te isti radnik u svakoj dilataciji uvijek radi jedan te isti posao. Zbog višekratnog ponavljanja jednog posla nastaje uigranost, koja donosi kao rezultat povećanje produktivnosti.

Ne bi se moglo kazati da već i u rujnu polučen rezultat ne predstavlja visoki procenat ispunjenja norme, ali je zato »uigranost« i onako već relativno visoki procenat ispunjenja (bez »navlačenja normi« i »davanja« transportnih udaljenosti i sporednih radova) povećala norme: kod zidara za 16,99%, kod tesara za 28,11%, kod savijača za 31,58%, kod betoniraca za 13,69%, kod podvorbe zidara za 19,31%.

Iz ovih podataka vidljivo je, da je povećanje produktivnosti kod tesara i savijača približno isto, dok ono kod zidara i betoniraca je opet približno isto. Ovo ima i svoje uzroke. Zidari ne mogu više ubrzati svoj rad zbog toga, jer kod prebrzog zidanja postoji opasnost da se svježi zid preoptereti, što bi moglo dovesti do urušavanja, a betonircima je s obzirom na kvalitet ugradnje potreban određeni broj radnih sati, ispod kojeg se ne smije ići ako se želi izvesti kvalitetan beton. U zidarskoj brigadi broj polukvalificiranih zidara ne utječe na produktivnost i to baš zbog uigranosti.

Sam rad unutar radnih brigada bio je organiziran na ovaj način:

Brigada zidara

Sedam kvalificiranih zidara bili su raspoređeni na u tlocrtu najosjetljivijem mjestu tj. na zidanju uglova i stupova između prozora. Četiri polukvalificirana zidara bila su raspoređena na punom zidu, a radili su između kvalificiranih zidara. Ovakav raspored omogućio je punu kontrolu kvalitete rada, zbog toga što su kvalitetni zidari radili osjetljiviji posao, a polukvalificirani zidari, koji su kontrolirani za vrijeme svog rada na punom, dakle, jednostavnom zidu, svojim radom doprinijeli su da se je postigla zadovoljavajuća količina gotovog posla.

Nestručna radna snaga bila je raspoređena na ovaj način: jedan radnik priređivao je malter s time, da si je dopremao cement u vrećama i hidratizirano vapno, te ubacivao pijesak u miješalicu. Miješalica za malter imala je kapacitet 100 l. Prijenos maltera od izrade do mjesta ugradnje obavljao se kranom. Dva radnika bila su zaposlena samo na slaganju opeke na podložne daske (podove) i obavljali su pripreme za prijenos opeke. Opeka se prenosila kranom. Na mjestu ugradnje dva radnika su bila tako raspoređena, da je svaki od njih dvorio, bolje rečeno brinuo se za jednu polovinu zaposlenih zidara (pet odnosno šest zidara) tj. da uvijek ima dovoljno opeke i maltera, a naročito se brinuli da ne bude viška materijala kada se zidarska brigada seli ili na skelu ili u drugu dilataciju. Opeka se nije skidala s podložnih dasaka (podova). Malter se je iz posude krana sipao u jednu veću željeznu malterku, a zatim tačkama razvozio do pojedinih manjih malterki u blizini radnog mjesta zidara. Velike malterke (dva komada) bile su u dilataciji centralno postavljene. I velika i male malterke izrađene su od crnog lima. Gotovo nije bilo slučaja da je u jednoj dilataciji po završetku zidanja ostalo materijala.

Brigada tesara

Dva tesara redovno su skidala oplatu, pripremala skinutu oplatu za ponovnu upotrebu i dopremali, drugim tesarima unutar brigade, materijal potreban za izradu nove oplate. Dva tesara radila su na postavi oplate nadvoja, prozora i greda na kojima će ležati željezna podvlaka (Hünebeck-nosači). Dva tesara radila su na postavi oplate ploče balkona i nadvoja i postavi greda na kojima će ležati željezne podvlake, a koje su se nalazile uz oplatu nadvoja i ploča balkona. I konačno preostala dva tesara iz brigade bila su zaposlena na izradi oplate za stubišne krakove i podeste. Horizontalni i vertikalni transport građe potrebne za izradu oplate obavljao se je pomoću krana.

Brigada savijača

Kako se ovdje radilo samo o montaži armature, to je i raspodjela rada unutar brigade bila vrlo jednostavna. Sva tri savijača radila su zajednički iste poslove, a redoslijed posla bio je uvijek isti. Ponajprije se je armatura nadvoja i greda i serklaža dopremala na ploču. Zatim se je montirala armatura nadvoja i greda, nakon gotove armature greda i nadvoja dopremalo se je i montiralo žično pletivo prvog sloja armature ploče, i konačno dopremalo i montiralo žično pletivo drugog sloja armature ploče. Horizontalni i vertikalni prijenos armature obavljao se je pomoću krana.

Brigada betoniraca

Kada je ova brigada betonirala strop dilatacije, onda je raspored unutar brigade bio ovaj: Jedan je radnik bio zaposlen na prigrtanju frakcija agregata ka dozatoru. Prigrtanje je obavljeno pomoću mehaničke lopate. Drugi je radnik bio zaposlen namještanjem kuke krana na posudu punu betona i pridržavao posudu prilikom dizanja. Nadalje je namještao posudu krana pred miješalicu da bi omogućio punjenje. Treći je radnik prihvaćao posudu punu betona na ploči dilatacije i otvarao zasun te praznio istu direktno na mjesto ugradnje. Tu je jedan radnik vibrirao razastrti beton, a dva su radnika fino planirala beton i zaglađivala gornje površine betona.

Stropna konstrukcija sastojala se je iz nadvoja i pune križno-armirane ploče. Horizontalni i vertikalni transport betona obavljao se pomoću krana.

Opisanim radom postiglo se skraćenje radnog vremena, te je dinamika građenja bila ova:

zidari + + — — · · + +
tesari + + — — · · + +
savijači + + — — · · + +
betonirci + — ·

Analizirajući rad opisanih radnih brigada i njihovo izvršenje postavljenog plana građenja, došlo se do zaključka da je postignuta visoka produktivnost, tj.:

za 1 m^3 zida potrebno je bilo 3,67 sati
za 1 m^2 oplate potrebno je bilo 0,80 sati
za 1 t željeza (montaža) potrebno je bilo 4,45 sati
za 1 m^3 betona potrebno je bilo 1,17 sati.

Treba naglasiti, da je ova produktivnost postignuta bez ikakvog »navlačenja« bilo u opisu rada bilo u transportnim udaljenostima.

Ova visoka produktivnost postignuta je zato:

a) što je plan rada pojedine brigade bio po rukovodećem kadru u detalje razrađen;

b) što je radna brigada bila u detalje upoznata sa svojim planom rada;

c) što je radna brigada tačno znala kolika joj predstoji zarada ako postavljeni zadatak obavi u određeno vrijeme;

d) što je poimenični i brojčani sastav brigade bio uvijek jedan te isti za čitavo vrijeme rada kroz mjesec dana;

e) što uopće nije bilo izostajanja sa posla;

f) što je brigada radila puno radno vrijeme tj. na radnom mjestu provela tačno onoliko sati koliko je bilo dnevno evidentirano u dnevniku rada. Ovo je bilo ostvareno zato, što su brigade stanovale u neposrednoj blizini radnog mjesta tj. na udaljenost 40—50 m od radnog mjesta;

g) što je jedan te isti radnik bilo kvalificirani, polukvalificirani ili nekvalificirani radio u svakoj dilataciji uvijek samo jedan te isti posao, te se je ponavljanjem jednog te istog posla tako uvježbao, da je mogao povećati produktivnost bez naročitog tjelesnog naprezanja;

h) što su pripremni i završni radovi kod jedne vrste rada bili svedeni na minimalni potrošak radnog vremena. Na primjer kod zidara još za vrijeme zidanja prve polovine visine sprata, dakle dok još zidar stoji na čvrstom podu, pomoćni je radnik pripremao materijal za izradu skele. Nadalje, zidarima po završenom zidanju nikad nisu ostajale velike količine materijala. Za premještanje skele za zidanje, radnik je koristio svaki slobodni trenutak i prenosio skelu u drugu dilataciju tačno na mjesto upotrebe, tako da nije prilikom izrade skele bilo potrebno naknadno horizontalno transportiranje materijala Može se zaključiti da su radnici radili više »glavom« a manje fizički. Svi radnici unutar jedne brigade nastojali su što je više moguće pojednostaviti posao i za pojedine faze rada skratiti potrebu radnog vremena;

i) što je radna disciplina unutar brigade bila na odličnoj visini;

j) što je radna disciplina brigade u odnosu na postavljene zadatke gradilišta bila primjera vrijedna;

k) što je radna sposobnost (fizička kondicija) pojedinih članova radne brigade bila približno ista;

l) što je ishrana radnika bila svrsishodna. Ishrana se je sastojala od četiri topla obroka. Jedan prije početka rada, drugi nakon dva odnosno dva i pol sata rada, treći, obrok uslijedio bi tri sata nakon drugog obroka i četvrti, zadnji obrok (večera) pet do šest sati nakon trećeg obroka. Hrana je imala dovoljno masnoća i škoba, prema tome bila je visokokalorična. Kao piće redovno se je pilo pivo, ali u umjerenim količinama, tako da za cijelo vrijeme rada nije primjećen niti jedan radnik u pripitom stanju. Ni poslije radnog vremena nije se primjećivalo da radnici prekomjerno uživaju alkohol;

m) što su sve radne brigade imale jedan te isti cilj tj. željele su ostvariti što je moguće veću zaradu u što kraćem vremenskom periodu.

Zaključak koji se može izvući iz ovog prikaza bio bi da se produktivnost u radu može kod istih tehničkih uslova rada povećati:

— ako se operativnim planom čvrsto postavi tehnološki proces rada u svim svojim detaljima, tj. treba do u detalje razraditi način rada, mjesto radnika-proizvođača u procesu građenja, te broj radnika u procesu građenja;

— ako radna brigada unaprijed dobije pismeni zadatak s tačnom oznakom visine zarade za određenu količinu rada;

— ako se sastav brigade niti brojčano a niti poimenično ne mijenja za vrijeme dok brigada radi na preuzetom zadatku;

— ako radnik u sastavu brigade radi uvijek jedan te isti posao, dok brigada radi na preuzetom zadatku;

— ako se radni zadatak brigade prečesto ne mijenja nego se brigadi da radni zadatak za duži vremenski period i time omogući da se u obavljanju zadatka postigne određena uvježbanost potrebna za povećanje produktivnosti;

— ako se pripremni i završni radovi kod jedne vrste rada (npr. zidanje — betoniranje — izrada oplate i sl.) svedu na minimalni potrošak radnog vremena;

— ako je stručna i fizička sposobnost pojedinih članova brigade približno ista;

— ako je ishrana radnika i po broju dnevnih obroka i vrsti hrane takva da održava jednaku fizičku radnu sposobnost radnika za čitavo vrijeme izvršavanja preuzetog zadatka;

— ako se radnik, član brigade, psihički pripremi za obavljanje zadatka tako, da se iskoristi njegov subjektivni utjecaj na stepen produktivnosti do najveće moguće mjere.

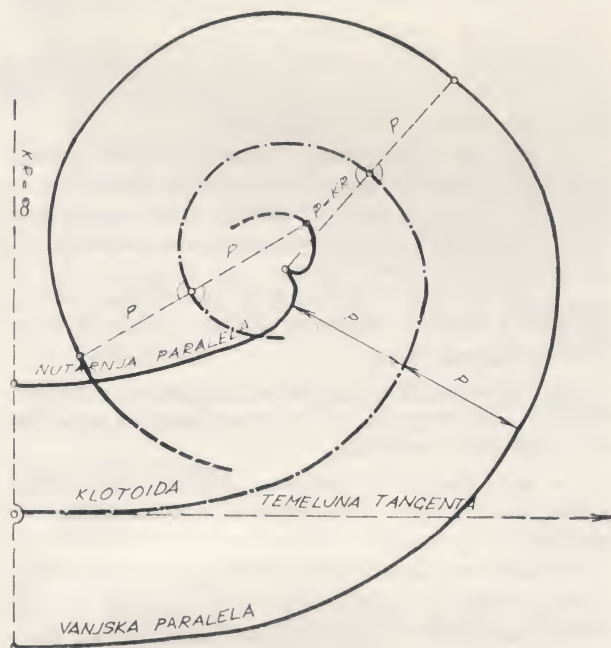
Što više postignemo u ostvarenju navedenih postavki, to će i stepen produktivnosti uz iste tehničke uslove biti veći.

PARALELA KLOTOIDI I PRORAČUN NJENE DUŽINE

Dipl. Ing. **Johannes Lindner**, Hanover

Kod izgradnje cesta vrlo česta krivulja je klotoida i paralela klotodi, jer su većina ivičnjaka, potpornih zidova i mostovnih građevina, čije se trase sastoje iz klotoida, paralelne klotoidi.

Paralela klotoidi nije klotoida, što proizlazi već i od tuda, da ona ne završava kao klotoida u jednoj tački s radijusom zakrivljenosti nula, nego na jednoj kružnici opisanoj iz te tačke (npr. M) s radijusom P (razmak između klotoide i paralele). Vanjska paralela prelazi postepeno od te tačke do završne kružnice kao spirala, dok nutarnja paralela u tački, u kojoj je paralelno odstojanje P jednako radijusu zakrivljenosti KR, mijenja svoj smjer za 200^0 i tada prelazi dalje kao spirala do iste kružnice, kao i vanjska paralela (sl. 1). U oblasti koja



Sl. 1

kod izgradnje cesta upotrebljava prelazne krivulje i kod većine jako malih paralelnih odstojanja, te osobine ne dolaze do izražaja, ali zato kod rješavanja pojedinih računskih problema dolaze u obzir.

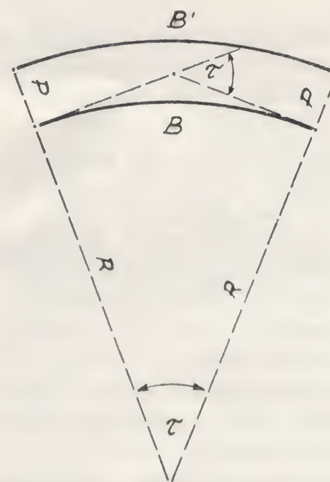
Paralele klotoidi ne upotrebljavaju se kao samostalne krivulje, već tamo gdje je to potrebno računaju se pojedini njeni dijelovi, polazeći od tačaka odgovarajuće klotoide.

Dužinu paralele klotoidi bit će potrebno računati u svrhu određivanja dužina građevina i za stacionažu paralelno tekućeg kolovoza. Proračun paralele je jako jednostavan, ako pođemo od pripadajuće dužine klotoide, to jest od projekcije te paralele na klotoidu tada se računa razlika duljina između klotoide i paralele k njoj na odstojanju P po ovoj formuli:

$$B' = B + \Delta B$$

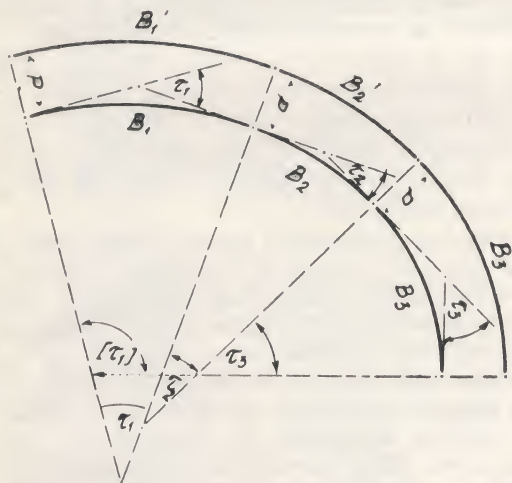
$$\Delta B = \bar{\tau}(R + P) - \bar{\tau} R$$

$$B' = B + \bar{\tau} \cdot P \qquad (1)$$



Sl. 2

Odavde slijedi da je proračun B nezavisan o radijusu, te se zbog toga i dužina košarastog luka može izračunati bez obzira na pojedine radijuse (sl. 3).



Sl. 3

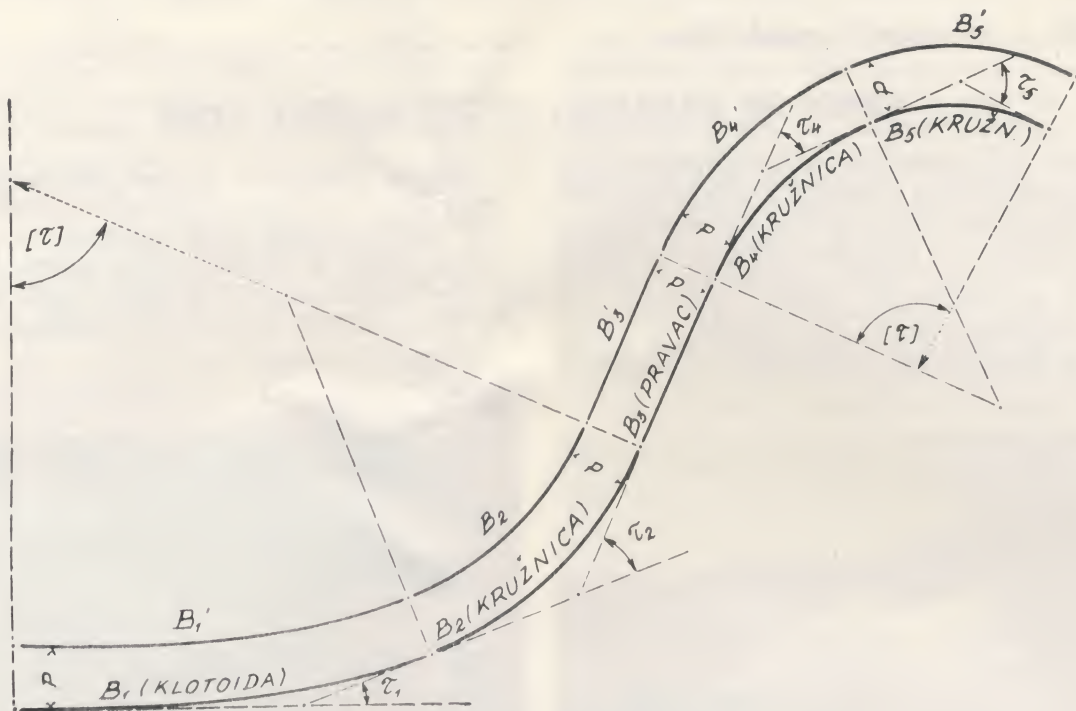
Tada je:

$$B_1' + B_2' + B_3' = B_1 + \bar{\tau}_1 P + B_2 + \bar{\tau}_2 P + B_3 + \bar{\tau}_3 P$$

ili

$$[B'] = [B] + [\bar{\tau}] P \qquad (2)$$

Uz pretpostavku da smo jednu takvu krivulju podijelili na beskonačno kružnih lukova, to ova



Sl. 4

formula važi kako za klotoidu, tako i za lemniskatu, elipsu i parabolu ili za bilo koju periodičnu krivulju, samo u slučaju da jedna takva krivulja tangencijalno prelazi u drugu.

Kod vanjske paralele razliku duljina treba pribrojati, dok kod nutarnje paralele treba oduzeti. Zbog toga će se i vrijednost od $[\bar{\tau}]$ uzimati s odgovarajućim predznakom, te dobijamo (sl. 4):

$$[B'] = [B] + [+\bar{\tau}] + [-\bar{\tau}] \cdot P \qquad (3)$$

Odavde slijedi i dužina paralele klotoidi:

Dužina luka jednog dijela $\begin{matrix}\text{vanjske paralele}\\ \text{nutarnje paralele}\end{matrix}$

$$= \Delta L \pm P \cdot \Delta \bar{\tau} \qquad (4)$$

Kod proučavanja dužine luka paralelnog s jednom od gore navedenih krivulja računat ćemo prvo po formulama (1) i (4), dok će formula (3) služiti za kontrolu. [τ] možemo dobiti kao razliku smjerova.

Vrlo je čest slučaj da je jedna tačka na paraleli klotoidi već zadana (znači dužina klotoide do nožišta te tačke je poznata) i počev od te tačke paralela klotoidi treba da ima određenu dužinu. U tom slučaju da bi krajnju tačku te paralele mogli odrediti i stacionirati, trebamo odrediti dužinu klotoide do nožišta krajnje tačke te paralele.

Traženu duljinu klotoide dobijemo iz ove jednadžbe, koja iz (4) i $\tau = \frac{l^2}{2} = \frac{L^2}{2A^2}$ daje (sl. 5):

a) Zadano L_1

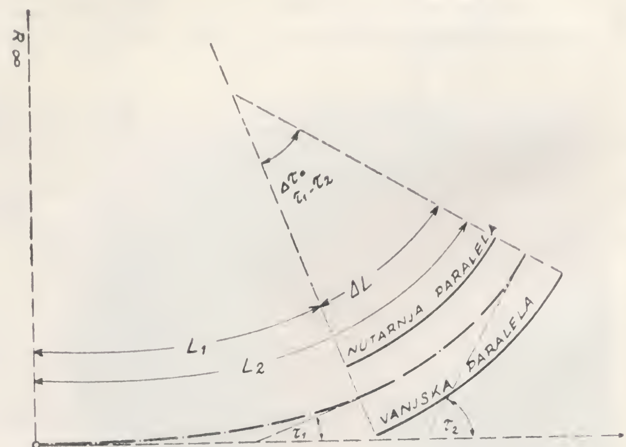
traži se L_2 za $\begin{matrix}\text{vanjsku paralelu}\\ \text{nutarnju paralelu}\end{matrix}$

$$L_2^2 \pm \frac{2A^2}{P} \cdot L_2 - L_1^2 \pm \left(L_1 + \text{dio luka} \begin{matrix}\text{vanjske paralele}\\ \text{nutarnje paralele}\end{matrix} \right) \cdot \frac{2A^2}{P} = 0 \qquad (5)$$

b) Zadano L_2

traži se L_1 za $\begin{matrix}\text{vanjsku paralelu}\\ \text{nutarnju paralelu}\end{matrix}$

$$L_1^2 \pm \frac{2A^2}{P} \cdot L_1 - L_2^2 \pm \left(L_2 - \text{dio luka} \begin{matrix}\text{vanjske paralele}\\ \text{nutarnje paralele}\end{matrix} \right) \cdot \frac{2A^2}{P} = 0 \qquad (6)$$



Sl. 5

Prevela *Ing. Branka Capek*

S naših i inostranih gradilišta

GRADI SE BAKARSKI BAZEN RIJEČKE LUKE

Riječka luka postiže rekordne godišnje brojke prometa robe, koji je u 1963. god. dosegao 5,949.000 t. Povoljan geografski položaj prema centrima potrošnje u našoj i u susjednim zemljama razlog je što se sve više robe upućuje na Rijeku. Međutim, prirodne okolnosti obala u Rijeci i ograničeni prostor za željeznička postrojenja postavljaju granice daljnjem širenju njenog kapaciteta na sadašnjem mjestu.

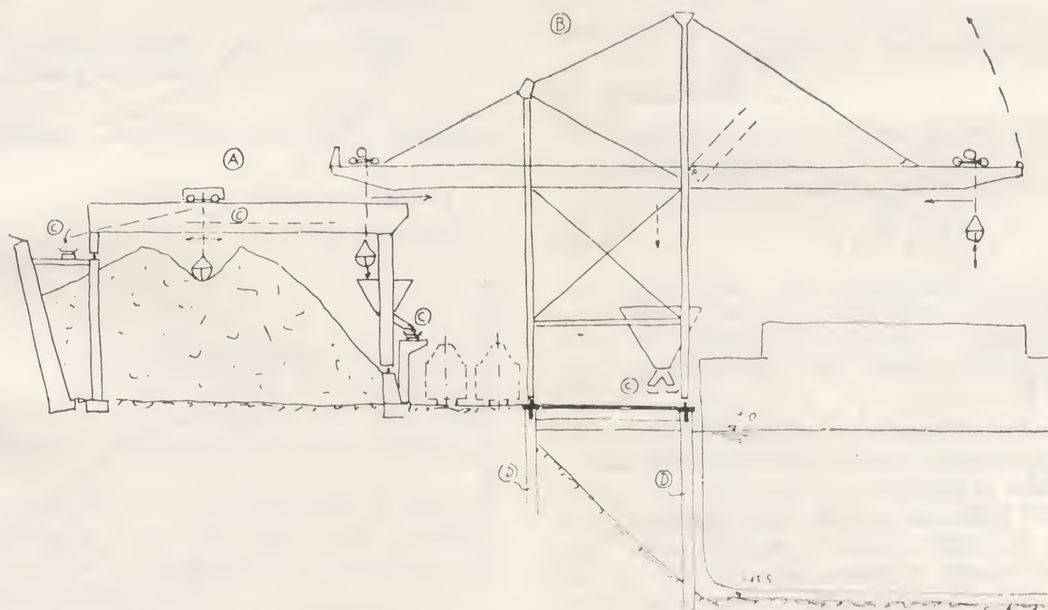
Silos za žitarice koji je pred dvije godine stavljen u pogon toliko je već opterećen i tražen, da je u ovo kratko vrijeme već skoro isplatio investiranu svotu, a njegov je kapacitet postao nedovoljan. Zato se već priprema proširenje na dvostruki kapacitet (60.000 t) dogradnjom nove grupe ćelija.



Sl. 1: Bakarski zaljev gledan za zapadne strane; lijevo mjesto predviđeno za novu obalu



Sl. 2: Mjesto »Podbok« predviđeno za građenje nove obale u Bakarskom zaljevu



Sl. 3: Shema obalne konstrukcije s mehanizacijomza manipulaciju rasutog tereta; predviđeni maksimalni kapaciteti su za pojedine operacije:

brod — vagon	1000 t/h
brod — skladište	2000 t/h
skladište — vagon	500 t/h

Uvoz željezne rude za našu i za susjedne zemlje prirodno je usmjeren na najsjeverniji dio Jadrana, a to je Rijeka. Brazil koji ima utanačenje s našom zemljom za isporuku velikih količina željezne rude, ima najvećeg interesa da se u tom prostoru omogući brz i ekonomičan istovar i najvećih brodova od 100.000 t, koji se ne mogu primiti u postojećim lukama u tom području, zbog velikog gaza od 15 m. Zato su ispitane mogućnosti da se za prihvaćanje brodova velike nosivosti za rasute terete izgrade nova pristanišna i pretovarna postrojenja u prirodnoj luci u Bakarskom zaljevu. Navigacioni i ostali uvjeti su tu povoljni a postoji i željeznički spoj do samog budućeg pristaništa.

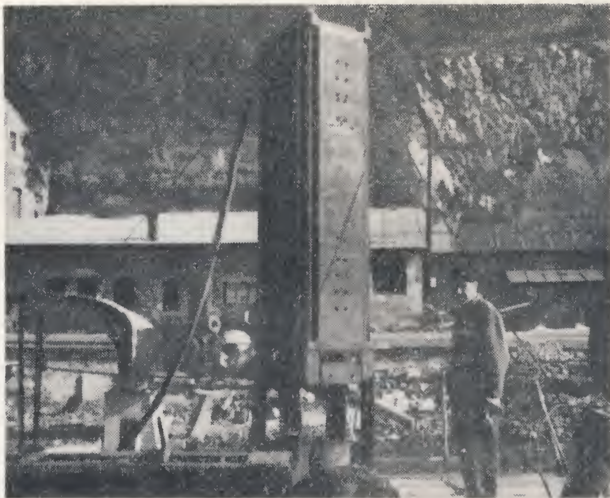
Već neposredno poslije Prvog svjetskog rata započela je izgradnja luke u Bakarskom zaljevu na mjestu zvanom »Podbok«. Bilo je to u vrijeme kada je okupacijom Rijeke i Istre taj dio naše obale ostao bez luke većeg kapaciteta. Tada je izgrađena masivna obala duljine 150 m za brodove do 7 m gaza. Bila je to masivna obala od betonskih blokova na podmorskom nasipu od lomljenog kamena. Neposredno nakon dovršenja gradnje veći dio obale je u toku jedne noći nestao u moru. Podmorski nasip, masivni zid i nadmorski nasip ležali su na nagnutim slojevima gline i lapora u području glavnog bakarskog rasjeda, okolnost koja nije bila utvrđena prethodnim ispitivanjima tla, pa je cijela građevina zahvaćena klizanjem nestala u morskim dubinama.

Prije nekoliko godina započela su opsežna ispitivanja tla u Bakru, da bi se našlo najpovoljnije mjesto za novu obalu. Geološka kartiranja, bušenja i geomehanička ispitivanja pokazala su da je tlo na dijelu područja koje bi došlo u obzir za smještanje nove obale veoma nepovoljno za građenje masivne obale sa širokim površinama za prihvatna skladišta za teške rasute terete. Ispitana su područja »Dobra« i »Podbok« na sjevernoj strani zaljeva. Rezultati ispitivanja pokazali su da se ni na jednom od ta dva mjesta ne može graditi obala masivnog tipa za brodove s većim gazom.

Zato je projekat orijentiran na pristanište raščlanjenog tipa na stupovima koji se temelje u većoj dubini. Iza pristaništa je relativno malo prihvatno skladište kapaciteta 200.000 t. Na obalu se postavljaju uređaji za mehanizirani istovar brodova velikog kapaciteta. Ti uređaji omogućuju direktni istovar iz broda u vagone, na prihvatno skladište ili sa skladišta u vagone. Kapacitet postrojenja predviđen je za istovar i manipulaciju oko 4,000.000 t rasutog tereta godišnje. Duljina obale je 450 m, a dubina mora je ispred obale 15,5 m, što je dovoljno za dva veza za brodove od 100.000 t.

Predviđa se ostvarenje projekta u dvije etape, od kojih bi prva sa 240 m obale, kapaciteta 2,000.000 t godišnje, trebala biti dovršena u roku od dvije godine.

Sama obalna konstrukcija sastojat će se od mosta za dizalice i kolosijeke. Most će stajati na duboko temeljenim stupovima okruglog presjeka, promjera oko 1,2 m. Sondiranjem je utvrđeno da se tlo na predviđenoj trasi obale sastoji od razlomljenog vapnenca na jednom dijelu ili od naslaga vapnenog kršja s glinom i laporom i od naslaga lapora koje su na kontaktu sa slojevima vapnenog kršja dosta razmekšane. Te su plohe naročito opasne jer je otpornost za smicanje na njima malena, pa postoji

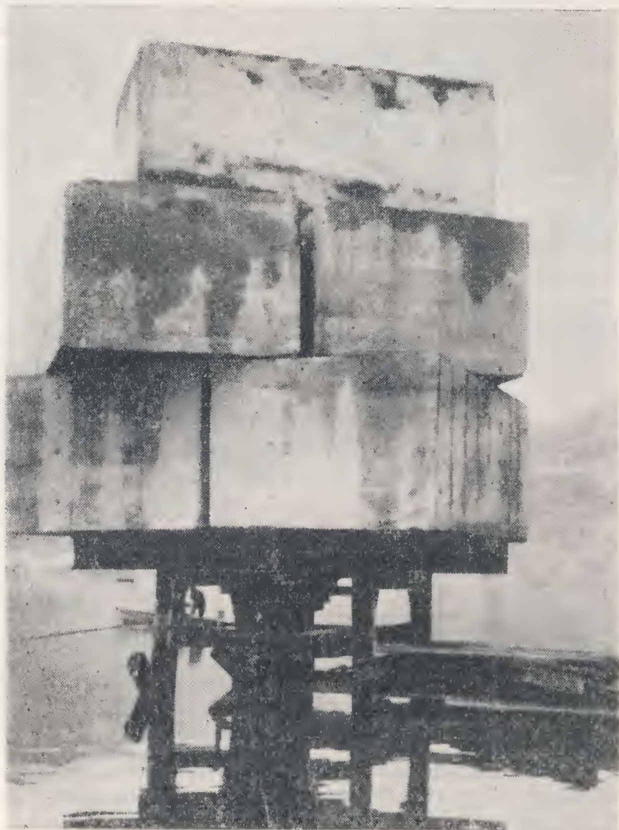


Sl. 4: Parni čekić za zabijanje čeličnog šipa



Sl. 5: Izrada Benoto stupa promjera 1 m

opasnost od dubokih klizanja ako se gornje naslage opterete težinom konstrukcija, nasipa ili uskladištenog materijala.



Sl. 6: Probni stup Benoto pod opterećenjem od 400 t

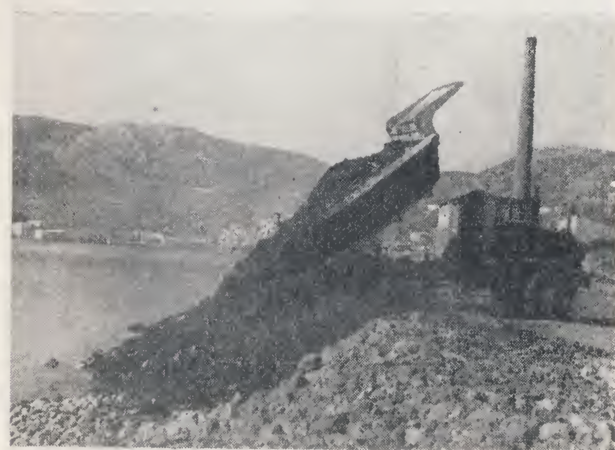
Za izradu dubokih stupova kroz vapneno kršje ispitane su dvije mogućnosti. Jedna je bila zabijanje šupljih čeličnih cijevi promjera 50 cm, koje se kasnije ispune betonom, a druga je izrada bešavnih šipova promjera 1,0 m sistema Benoto. Da bi se odredila prikladnost i mogućnost primjene kao i prednosti i mane jednog i drugog sistema, izrađeno je nekoliko probnih šipova. Čelične cijevi zabijane su pomoću parnog brzohodnog čekića i zabijanje kroz kameno kršje potpuno je uspjelo. Isto tako uspješno su izvedeni stupovi promjera 1 m kroz kameno kršje, sve do donjeg sloja čvrstog lapora. Jedan probni stup po sistemu »Benoto« podvrgnut je probnom opterećenju s ukupno 570 t, kod čega je mjereno slijeganje od oko 60 mm. Računa se da će se stupovi promjera 1,2 m moći opteretiti svaki s po 400 t. Probni stupovi izrađeni su s postojećim Benoto uređajem, ali će se za izradu cijele obale nabaviti novi stroj kojim se mogu i kroz najteže tlo izraditi šipovi promjera 1,2 m.

Radovi na gradnji obale započeli su u siječnju 1964. iskopom za skladišni prostor. Ukupno treba iskopati na obali oko 43.000 m³ materijala, pretežno vapnenca. Predviđa se da će taj rad biti dovršen u lipnju ove godine. Materijal dobiven iskopom upotrijebit će se za nasipavanje platoa za prometne uređaje. S obzirom na nepovoljan sastav tla, uzima se u obzir mogućnost da će na nekim dijelovima nastati veća ili manja klizanja nasutog područja, koja će se postepeno stabilizirati.

Na mjestima gdje prolazi pruga izradit će se duboko temeljeni mostovi, da bi se spriječila moguća oštećenja od takvih klizanja.



Sl. 7A



Sl. 7B

Sl. 7 A i B: Veliki bageri i istovarni kamioni započeli su rad na 43.000 m³ iskopa za otvoreno skladište rasutih tereta u novoj luci Bakar.

Gradnja same obale od armiranog betona na stupovima Benoto započet će polovinom godine. U to vrijeme sklopit će se i ugovori za nabavku pretovarne opreme. Predviđa se da će gradnja obale biti dovršena u roku od 18 mjeseci.

Investitor ovog proširenja riječke luke je Poduzeće Luke Rijeka — Rijeka, projektant je »Rijeka — Projek« iz Rijeke. Radove na iskopu izvodi Pomorsko građevno poduzeće iz Splita. Istražne radove za utvrđivanje geoloških, hidrogeoloških i geomehaničkih karakteristika tla na cijelom području bakarskog bazena izvodi Poduzeće »Geistraživanja-Elektrosond« iz Zagreba — odjel za mehaniku tla i fundiranja.

E. N.

Kratke vijesti

IZGRADNJA CENTRALNE TEHNIČKE BIBLIOTEKE U LJUBLJANI

Gospodarska zbornica (Privredna komora) Slovenije uputila je otvoreno pismo svim privrednim organizacijama u republici s pozivom da financijski pomognu izgradnju Centralne tehničke biblioteke u Ljubljani.

Ova je biblioteka u suradnji s Investicionim zavodom za izgradnju Trga revolucije u Ljubljani izradila program za svoju novu palaču, čija bi izgradnja koštala oko 720 milijuna dinara. Biblioteci je pošlo za rukom da iz republičkih izvora osigura 430 milijuna dinara, i to u naredne tri godine. Međutim, za realizaciju cjelokupnog programa nedostaje 290 milijuna.

R. P.

INDUSTRIJSKA STAMBENA IZGRADNJA U SFRJ

Stambena izgradnja, njena organizacija i efekti izraženi u jedinicama prostora za stanovanje — nalazi se u stanju relativno visoke razvijenosti.

Jugoslavenski građevinski kapaciteti već daju preko 100.00 stanova godišnje, a u ovoj planskoj godini treba da osiguraju novih 150.000 jedinica.

Stopa rasta je nesumnjivo impozantna i, bar na prvi pogled, mogao bi se izvući zaključak da će u narednim godinama građevinarstvo dostići stepen operativnosti koji će zadovoljavati potrebe. No, ima dovoljno argumenata koji upućuju na preispitivanje stanja građevinarstva sa stanovišta stambene izgradnje, kao i na traženje možda sasvim novih puteva razvoja ove djelatnosti.

Ovakav jedan poduhvat upravo je u toku, a cilj je da se utvrdi što našem građevinarstvu trenutno smeta da preraste svoje sadašnje mogućnosti i postane industrija stanova — za tržište.

U postojećim uvjetima, sadašnjom organizacijom i opremljenošću građevinarsvo očigledno nije u stanju da odgovori aktuelnim zahtjevima. Preorijentacija građevinarstva na nove puteve može se postići tek pošto se ispune najmanje tri preduvjeta: novi način financiranja stambene izgradnje, da se osigura građevinskim poduzećima status proizvođača robe za tržište, sređivanje urbanističkih i komunalnih problema u gradovima i naseljima.

Kada svi problemi građevinarstva i drugih djelatnosti u uskoj vezi s njime budu do kraja proučeni, a dotle valjda neće proći mnogo vremena, svakako će biti poduzete dogovarajuće mjere za prelazak na industrijsku proizvodnju stanova.

R. P.

SAGRAĐENO I OPREMLJENO DVADESET NOVIH TVORNICA

U SFRJ je od sredine novembra do početka januara pušteno u proizvodnju dvadeset novosagrađenih i suvremeno opremljenih tvornica.

Kemijska industrija, metalurgija, nemetali i građevinski materijal, kao i neke druge industrijske grane, u raznim krajevima zemlje, dobili su nove značajne objekte, među kojima i nekoliko giganata.

Evo nekih od tih objekata: Separacija kvarcnog pijeska u Puli, OKI u Zagrebu, Rudnik betonita u Đelensku, Visoka peć u talionici Vareš, Tvornica šamota kod Aranđelovca, Rudnik sirovog magnezita kod Kraljeva, Rudnik urana u istočnoj Srbiji, Tvornica superfosfata i sumporne kiseline u Kosovskoj Mitrovici, Tvornica namještaja u Vranju, Rudnik željezne rudače »Damjan« u Radovišu, itd.

R. P.

NOVOSTI IZ UDRUŽENJA »INPROS«

Ako postavimo pitanje što nam priprema »Inpros«, možemo ukratko odgovoriti ovako: proizvodnja stanova u tvornicama, a postavljanje na gradilištima. To će dovesti do bržeg dobivanja stanova, a postoje i uvjeti za pretvaranje sezonskog u stalni rad.

Predsjednik Republike je nedavno odlikovao 20 članova kolektiva Instituta za ispitivanje materijala. Ova beogradska naučnoistraživačka ustanova, čiji su uspjesi cjenjeni i u inozemstvu, u suradnji s građevinskim poduzećima upravo radi na rješavanju jednog od najvažnijih problema građevinarstva kod nas — industrijskoj proizvodnji elemenata za čitava stambena naselja.

U pitanju su nove tvornice u kojima će se po lančanom sistemu, kao na pokretnoj traci, izrađivati dijelovi stambenih zgrada od dva i tri kata, pa do 12 i više katova. Ovi bi se dijelovi, pošto izađu iz tvornice, prevozili na gradilišta, gdje bi se montirali.

Ova za naše prilike nova industrijska postrojenja bit će izraz suradnje Instituta za ispitivanje materijala Srbije i kolektiva poduzeća »Rad«, »Trudbenik«, »Napred«, »7. Juli«, »Neimar« i »Novi Beograd«.

Zbog ostvarenja ovog programa integracije nauke i prakse, odnosno naučnog i operativnog rada u oblasti značajnog za podizanje standarda stanovništva, obrazovano je posebno poslovno udruženje »Inpros«, to jest Udruženje za industrijsku proizvodnju stanova. U stvari bit će podignut kombinat posebne vrste — za industrijsku proizvodnju građevinskih montažnih dijelova — koji će biti od velike važnosti za unapređivanje našeg građevinarstva uopće.

Određeno je mjesto za nove tvorničke hale, u kojima će se oko 160.000 m^3 betona godišnje pretvarati u precizno izrađene stambene dijelove. Kombinat će se nalaziti na zemunskoj obali Save, u blizini brodogradilišta »Tito«. Jedna od tvornica proizvodit će dijelove za skeletni, a druga za tzv. panelni sistem građenja. Iz prve će se dobivati dijelovi za podizanje 3000, a iz druge za 2000 stanova godišnje.

Sagradit će se i posebna tvornica u kojoj će se praviti fasadni i pregradni zidovi, tako da će se ubrzati završni dio stambene izgradnje.

R. P.

IZGRADNJA PRUGE FOČA—BILEĆA OŽIVILA BI DUBROVAČKU LUKU

Dubrovačka luka »Gruž« bori se za svoj opstanak. Nadležni krugovi u Dubrovniku ustrajno podupiru prijedlog o izgradnji uskotračne željezničke pruge

Foča—Bileća, a od Bileća do Dubrovnika pruga odavno postoji. Ova bi pruga povezivala Dubrovnik s drugim republikama u zaleđu.

Dokumentacija o rentabilnosti izgradnje postoji, pruga bi proiazila kroz područja bogata šumama i rudama, koje se zbog nedostatka veza ne eksploatiraju. To je jedini izlaz za luku Dubrovnik.

Prije ili kasnije, vjeruje se da će doći do ostvarenja ovog plana.

R. P.

IZ RADA GRADSKOG FONDA ZA STAMBENU IZGRADNJU ZAGREBA

Gradski fond u Zagrebu je završio u 1963. godini 3106 stanova, a u 1964. planirano je da se usele 4004 stana.

U financiranju stambene izgradnje prošle godine nije bilo teškoća, ali izgleda samo zato, što je građevna sezona počela približno kasno, pa su se potrebna sredstva mogla na vrijeme prikupiti.

Fond teži da se na udaljenim mjestima grade jeftiniji stanovi koji će, s obzirom na platežne mogućnosti, biti pristupačniji. Već ove godine predviđeno je da se grade obiteljske kuće, usklađene sa zahtjevima urbanista. Takvi su rajoni određeni u naseljima: Botinec, Prečko i Gajnice.

Već lani je naselje Zapruđe građeno tako, da su interesenti ulogom od 800.000 dinara mogli doći do stana koji im odgovara.

R. P.

GRADNJE CESTA I PRISTANIŠTA NA OTOCIMA

Ove se godine u Hrvatskoj nastavljaju radovi na izgradnji cesta i pristaništa na pojedinim jadranskim otocima.

Dovršenje ovih radova već do početka glavne turističke sezone treba da prvenstveno osigura bolje saobraćajno povezivanje otoka s kopnom i čvršće veze s pojedinim mjestima na otocima.

Ovi zahvati zapravo predstavljaju realizaciju programa izgradnje suvremenijeg saobraćaja na jadranskom području, iako za sada u vrlo ograničenom opsegu, s obzirom na nedostatak sredstava.

Ove će se godine sredstva koristiti za nastavak i dovršenje već započetih radova.

Na Cresu se predviđa dovršenje izgradnje pristaništa Porozine, te dovršenje ceste Porozina—Dragozetići.

Na Krku su već završena pristaništa Voz i Črešnjeva, a dovršit će se ceste Voz—Omišalj i Črešnjeva—Kraljevica.

Na Pagu je već lani izgrađena cesta Vlašići—Povljana, dok će se ove godine završiti cesta između Novalje i Stare Novalje.

R. P.

PRIJEDLOG GENERALNOG URBANISTIČKOG PLANA SARAJEVA

Gradsko vijeće Sarajeva dalo je na diskusiju građanima Prijedlog generalnog urbanističkog plana grada Sarajeva.

Ovim je planom obuhvaćena površina od oko 13.000 ha, na kojoj će, kako se računa, do 1985. god. biti naseljeno 335.000 stanovnika. Provođenje plana predviđa se u tri etape od po 7 godina. U obrazloženju se ističe mogućnost izvjesnih izmjena prilikom detaljnijeg utvrđivanja plana izgradnje u pojedinim etapama, zbog usklađivanja s kompletnim planovima, realnim mogućnostima i potrebama.

U prvom dijelu prijedloga plana dati su podaci o položaju i granicama grada, o prostornoj organizaciji, korištenju zemljišta za zone stanovanja, rad i rekreaciju, kao i o uvjetima za razoj svih vrsta saobraćaja.

Konfiguracija terena i njegove geomehaničke osobine uvjetovale su formiranje dvije osnovne kategorije u stambenoj izgradnji: objekti na padinskim terenima grada bit će malog volumena i broja etaža, dok će se u ravničarkom dijelu primijeniti izgradnja visokih zgrada, bez individualnih parcela, s daleko većom gustoćom naseljenosti.

Uzimajući kao osnovu za izračunvanje potreba bruto 19 m^2 stambene površine po stanovniku, urbanistički plan predviđa da se do 1985. god. izgradi 75.189 stanova raznih vrsta i veličina (3133 godišnje), ukupne površine od 4,116.000 m^2. Izgradnja ovih stanova odvijat će se po rajonima koji predstavljaju urbanističke i stambeno-administrativno-upravne cjeline. Po dvije do tri sambene zajednice, zavisno od broja stanovnika i lokacije, imat će zajednički centar i sačinjavat će jednu stambenu četvrt s prosječno oko 13.000 stanovnika. Deset do dvanaest stambenih zajednica, s oko 80.000 stanovnika, čine stambeni rajon u čijem težištu se nalazi centar.

Na području Sarajeva predviđena su četiri rajonska centra, od kojih su tri obuhvaćena gradskim centrima. Stambena naselja Vogošća, Hrasnica i Blažuj samostalna su u organizacionom i funkcionalnom pogledu, a njihovi centri ravni su centrima stambenih četvrti. Stambenu teritoriju grada sačinjavaju dva gradska područja — Stari grad u kome je jedan stambeni rajon s oko 75.000 stanovnika i Novi Grad s tri stambena rajona i oko 225.000 stanovnika — odnosno za cijeli grad četiri stambena rajona ili 46 stambenih zajednica.

Za industrijske kapacitete, koji su podijeljeni u tri grupe u odnosu na smještaj prema stambenim naseljima, planom je predviđen prostor između željezničke stanice u Rajlovcu i donjeg toka Miljacke do rijeke Bosne, zatim prostor između donjeg toka Miljacke, Stupa i zaštitnog pojasa novog aerodroma, pojas u dolini Miljacke uz željeznička postrojenja od Buća Potoka do Stupa i prostor u Buća Potoku, kao i industrijske površine uz naselje Vogošća, u Blažnju, Hrasnici i u dolini Lukavice.

Prema očekivanom razvoju pojedinih grana djelatnosti, određena je i površina za izgradnju novih industrijskih objekata, koja iznosi ukupno 852 ha.

Posebno značajno poglavlje u Generalnom planu predstavlja detaljno razrađen plan razvitka raznih vidova saobraćaja. Između ostalog, prihvaćena je lokacija u Sarajevskom polju za novi aerodrom, predviđena izgradnja novog autoputa za Zenicu, s dvije kolovozne trake po 7 m širine i zelenim pojasom u sredini širine 3 m. Također će se sagraditi mreža novih prigradskih puteva i saobraćajnica, čime će se poboljšati tranzit.

R. P.

U NEKOLIKO REDAKA...

U VRBASU počela je gradnja tvornice stočne hrane. Kompletnu opremu izradit će domaća poduzeća.

U PRIZRENU gradit će se tvornica perlon vlakana, u vrijednosti od preko 8 milijardi dinara.

U KUTINI se obavljaju pripreme za gradnju tvornice dušičnih gnojiva, kapaciteta preko 800.000 t godišnje. Ove će se godine uložiti blizu 2 milijarde dinara, a gradnja tvornice bit će završena do 1967. god.

U KURŠUMLIJI počinje gradnja tvornice lesonita. U radove će biti uloženo više od 3 milijarde dinara.

U APATINU Pivovara priprema izgradnju sladare, kapaciteta 5000 t godišnje.

U ŠAPCU podiže alatnicu Elektronska industrija iz Niša. Za gradnju ovog objekta bit će utrošeno oko 800 milijuna dinara. Pogon će biti još ove godine pušten u probni rad.

U BEOGRADU je na sjednici predsjedništva Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije odobren ugovor s beogradskim građevinskim poduzećem »Hidrotehnika« za izvođenje radova na novom Domu SITJ.

SEMINAR »PREDNAPREGNUTI BETON« održan je u februaru ove godine u organizaciji beogradskog Društva građevinskih inženjera i tehničara, uz pomoć Instituta za ispitivanje materijala SRS.

U SLOVENIJI je, u krugovima stručnjaka za korištenje hidroenergije, veliku pažnju privuklo novo tehničko rješenje za raterećenje agregata i spriječavanje povratnih valova vode u kanalu buduće HE »Srednja Drava I«. Autor tog patenta je inženjer Savo Rakčević, konstruktor iz ljubljanskog »Litostroja«. Ovim uređajem uštedjet će se samo na ovoj novoj elektrani više od 400 milijuna dinara.

U BRNIKU KOD KRANJA predan je saobraćaju novosagrađeni aerodrom »Ljubljana«. Poslije Beograda, Zagreba, Titograda i Dubrovnika ovo je peti naš aerodrom na kome mogu da slijeću svi tipovi aviona u domaćem i međunarodnom saobraćaju. Pista je duga 2200 m, a u drugoj fazi izgradnje aerodroma ona će se produžiti za još 1000 m.

U SKOPJU ulazi u završnu fazu izgradnja kemijskog kombinata »Biljana«. Od ukupno 8 milijardi dinara, koliko će se utrošiti za nabavku opreme i građevinske radove, do sada je u objekte kombinata investirano preko sedam milijardi dinara.

U BEOGRADU je u januaru održan XI sastanak CO Saveza arhitekata SFRJ. Tom prilikom su izneseni rezultati trogodišnjeg rada.

ŽELJEZARA SMEDEREVO je započela rekonstrukciju starih i izgradnju novih pogona za proizvodnju čelika.

U OBILIĆU KRAJ PRIŠTINE sarajevski kombinat »Energoinvest« gradi tvornicu elektromaterijala, prvo poduzeće ove industrijske grane u AP Kosmet.

SAVJET ZA GRAĐEVINARSTVO SPK nedavno je raspravljao o nizu aktuelnih pitanja. Konstatirano je da u građevinarstvu, osim u projektnim djelatnostima i suvremenim pogonima industrije građevnog materijala, ne postoje realne mogućnosti za linearno skraćivanje radnog tjedna od 48 na 42 sata, niti za jedinstven način prijelaza na skraćeno radno vrijeme.

JUGOSLAVENSKO GRAĐEVINARSTVO će uskoro dobiti više od 1000 standarda za radove i materijale, čime će se izbjeći mnogi nesporazumi i sporovi između naručilaca i izvršilaca radova.

U ZAGREBU će centar općine Černomerec dobiti velegradski izgled. Centar će se nalaziti između Ilice, pruge, sadašnje i buduće Selske ceste (nova Selska cesta će se graditi oko 200 m istočno od stare); ulica Ive Lole Ribara dijelit će centar na 2 dijela i postati jedna od najvažnijih gradskih saobraćajnica. Pitanje roka ostvarenja ovog plana još nije riješeno.

»JUGOINVEST«, poslovno udruženje iz Beograda, gradi cestovni most na rijeci Eufrat u Iraku. Ukupna vrijednost radova iznosi preko 1,5 milijuna funti sterlinga. Radove će izvoditi član Jugoinvesta — Beogradska »Mostogradnja«. Most će se graditi od prenapregnutog betona, a imat će 6 lukova, dužina mosta bit će 500 m, širina kolovoza 8 m, s dva trotoara za pješake od po 2,5 m.

U ZADARSKOM PODRUČJU je u punom jeku građevinska sezona. U Crvenoj Luci, Preku, Kaliju, Silbi i na Boriku gradi se veći broj hotela.

NA MAKARSKOJ RIVIJERI utrošit će se oko milijardu i 720 milijuna dinara za razvoj turizma.

OREBIĆ, turističko mjesto na poluotoku Pelješcu, dobiva još jedan hotel s 200 ležaja. On će biti isagrađen na zapadnoj strani ovog mjesta.

MOSTAR će ove godine dobiti 800 novih stanova. Pravilnik o raspodjeli stanova dat je na diskusiju građanima.

U BJELOVARU se vodovod gradi već nekoliko godina, o čemu smo povremeno donosili vijesti u našem časopisu. Sada predstoji mehaniziranje izgradnje ovog vodovoda, čime će se ubrzati dovršenje radova.

U ZAGREBU se poslije rata nije izgradila nijedna nova bolnica. Pretpostavlja se da će se ove godine investirati oko milijardu i 556 milijuna dinara za adaptaciju i gradnju novih objekata uz sadašnje bolnice.

U ISTRI se gradi pet servisnih stanica. Prva i ujedno najveća bit će dovršena u Puli, dok se ostale grade u Rovinju, Labinu, Umagu i Poreču.

U FEBRUARU je počela gradnja priobalnog dijela puta od Debelog Brijega do Budve. Od ukupno 20 milijardi dinara, koliko će se ove godine utrošiti za saobraćaj u SRCG, 13 milijardi bit će investirano u daljnju izgradnju Jadranske cestovne magistrale, a ostalo za rekonstrukciju pruge Nikšić—Titograd, gradnju barske luke i održavanje postojeće mreže puteva.

DO 1. MAJA 1965. godine kroz Crnu Goru bi se potpuno dovršilo oko 308 km magistrale. Tada će Crna Gora ovom saobraćajnicom u dužini od 760 km biti povezana s Rijekom.

U SKOPJU je počela izgradnja tri solitera sa 104 stana — poklon vlade Rumunije.

U OSJEČKOM KOTARU će ove godine početi izgradnja kraka željezničke pruge normalnog kolosijeka od Samatovca do Belišća, u dužini od 17 km. Prugu grade zajedničkim sredstvima Željezničko poduzeće i komune Osijek i Valpovo.

ŠABAC je dobio urbanistički plan. To je plan za grad od 80.000 stanovnika, koliko Šabac treba da ima kroz 30 godina. Grad izlazi na obalu Save.

ČAPLJINA će postati važan željeznički čvor. Ova će godina za taj hercegovački gradić na obalama Neretve biti vrlo značajna ,jer počinju radovi na gradnji pruge normalnog kolosijeka i na dionici od Bačevića do Ploča.

U SARAJEVU će se ove godine izgraditi 282 stana za bivše borce.

R. P.

Prefabrikati

INDUSTRIJALIZACIJOM GRAĐENJA DO BOLJIH I VEĆIH STANOVA ZA KRAĆE VRIJEME I MANJE NOVACA

Uvod

Građevna privreda završila je 1963. god. s porastom proizvodnje od oko 20%, dok je društvenim planom bilo predviđeno povećanje od 4%, što pokazuje premašenje plana za 16%.

Obim građenja, dakle, stalno se povećava, a pri tom se sve više zahtjeva bolji kvalitet rada i skraćenje građenja.

U stambenoj izgradnji ovo se neće postići bez bržeg razvoja u pravcu industrijalizacije građenja, usvajanjem kvalitetnih promjena u tehnologiji, organizaciji rada i načinu građenja.

Predstojeći zadaci u društvenim planovima predviđaju porast izgradnje do 130.000 stanova godišnje u Jugoslaviji, od toga do 30.000 stanova u SR Hrvatskoj.

Napori građevne privrede u 1963. god. bili su na polju stambene izgradnje usmjereni na ove glavne probleme:

— integracionim zahvatima pristupiti organizaciji suvremenijih građevnih poduzeća visokogradnje, u kojima bi se proizvodnja sve više orijentirala na industrijski način građenja;

— od uslužne djelatnosti prijeći na robnu proizvodnju stanova za tržište, na poslovnoj relaciji: proivođač stana — kupac stana, tj. isključivanjem trećih u proizvodnji stanova;

— stanove graditi u velikim serijama, kao preduvjetom za rentabilnost industrijskog načina građenja;

— ulaganjem u opremljenost mehanizacijom ojačati proizvodne snage i time ubrzati tehnološki proces i povećati kvalitet proizvoda;

— primjenom suvremenih materijala građevne industrije i svih ostalih pratećih industrijskih grana, proširiti asortiman i kvalitet materijala za gradnju stanova;

— posebno usmjeriti napore na primjenu prefabriciranih elemenata od prednapregnutog betona.

Da je put ostvarenju ovih zadataka pravilno zacrtan i napori u cijeloj oblasti građevinarstva usmjereni njihovoj realizaciji, dokazuje niz značajnih stručnih manifestacija, održanih tokom 1963 godine, kao:

— Savjetovanje Saveza građevnih instituta i laboratorija Jugoslavije o aktuelnim problemima građevinarstva, održano 25/26. IV 1963. god. u Beogradu;

— Savjetovanje o problemima građevne mehanizacije, održano 27/28. V 1963. god. u Beogradu;

— Savjetovanje o racionalnoj stambenoj izgradnji, održano 27/28. VI 1963. god. u Beogradu;

— Savjetovanje o integraciji u građevinarstvu, održano 12. VII 1963. god. u Zagrebu;

— Skupština Saveza gradova Jugoslavije, održana 24/26. X 1963. god. u Zagrebu;

— Savjetovanje o uticaju nekontinuiranog planiranja i financiranja građevnih investicija na stanje u građevinarstvu i potrebu dugoročnog planiranja, održano 26/27. X 1963. god. u Beogradu.

Na svim ovim sastancima na visokom stručnom nivou, u zajedničkoj organizaciji Saveza građevnih inženjera i tehničara, Savjeta za građevinarstvo Privrednih komora, Saveza arhitekata, i Sindikata građevinskih radnika, donijeti su prema podnijetim referatima i vođenoj diskusiji značajni zaključci i preporuke. Objavljivanjem referata, zaključaka i preporuka u stručnim časopisima dat je široki publicitet ovoj akciji, koja se — možemo reći — pretvorila u snažan pokret građevinara za napuštanje zastarjelih shvaćanja.

Industrijsko građenje stanova kao robe za tržište pruža potrošaču ove prednosti:

— stan se kupuje tako reći u tvornici za fiksnu cijenu,

— stan se izabire po katalogu ili pregledom već gotovih stanova istog tipa,

— građenje stana svodi se na minimum.

Današnji skeptični prigovori protiv montažnog građenja na industrijski način liče na otpor, koji su pružali kolari i kovači protiv industrijaliziranja proizvodnje automobila, početkom XX vijeka. Za svakoga koji zna tehnički i ekonomski misliti, van sumnje je da industrijsko građenje u velikoj serijskoj proizvodnji mora postati mnogo jeftinije negoli klasično građenje »ciglu na ciglu«.

Zato se principijelno moramo odreći današnjeg načina klasičnog građenja stanova, gdje gradnja jedne stambene zgrade traje godinu i više dana.

S druge strane ne čini nam se više pretjeranim, što u velikim industrijama automobila po jedna kola napuštaju tvornicu svakih 15 sekundi, s vrijednošću proizvoda od cca 1 milijun dinara.

Industrijalizacija građenja stanova omogućuje nam dugo očekivanu kontinuiranost proizvodnje tj. napuštanje sezonskog karaktera rada s neujednačenom proizvodnjom, zavisnom o povoljnim atmosferskim prilikama. Dok se kod klasičnog i sezonskog građenja zimi otpuštaju radnici, a plaćaju fiksni troškovi, amortizacija i dr., proizvodnja kod industrijskog načina teče nesmetano i zimi u pogonskim halama za proizvodnju montažnih elemenata.

Razumljivo da industrijski način građenja stanova pretpostavlja i odgovarajući organizacioni oblik proizvođača u vidu velikog kombinata. Takvi kombinati bit će u stanju angažirati u svom sastavu najbolje arhitekte, statičare, tehnologe, koji će naučno-istraživačkim metodama iznalaziti najpovoljnije materijale za gradnju i tipove stanova.

Predstoji ,dakle, i preorijentacija na nove suvremene materijale, koje danas već nauka i industrija pružaju na raspoloženje građevinarstvu za primjenu u stambenoj izgradnji. Podsjetimo se, da se kod gradnje aviona danas primjenjuju materijali, koji svojom lakoćom i čvrstoćom izdržavaju najveća naprezanja i temperaturne razlike, da se u industriji hladnjača, u autoindustriji, u brodogradnji i drugdje primjenjuju novi materijali od vještačkih masa i plastike, koji su čvršći od drveta i elastičniji od čelika. Građevinarstvo još uvijek zaostaje u primjeni takvih materijala, kojima će tek industrijalizacija građenja otvoriti pristup i u našu privrednu oblast.

Garancija kvaliteta s preciznom obradom postiže se veliko-serijskom proizvodnjom, mehaniziranim tehnološkim lancima, uz primjenu kontrolnih aparata i elektronske automatike, koja isključuje greške.

Nasuprot tome kod klasičnog građenja još se borimo s završno-zanatskim radovima, nazivajući ih »uskim grlom«, zato što čas nema dovoljno materijala, čas nema dovoljno »majstora-zanatlija«. Ovo ima za posljedicu danas još čestu nekvalitetnu obradu upravo završnih radova, na koje se svaljuje kritika korisnika stana i javnosti.

Kod industrijske proizvodnje stanova proizvođač predaje stan korisniku po »primopredajnom zapisniku«, dakle otpadaju dosadašnje dugotrajne i dangubne kolaudacije i tehnički pregledi »investitora«; kupac stana sam utvrđuje ispravnost robe



Sl. 1: Maketa Novog Beograda

(stana — pregledom prozora i vrata, loženja, vodovodne instalacije, električnih priključaka, stanje zidova i stropa i sl.).

Isporučilac s druge strane obavezno daje garantni rok od cca dvije godine, kao što je praksa kod svake druge industrijske robe. Ovo pretpostavlja postojanje organizirane servisne službe u sastavu građevno-industrijskog kombinata.

Za primjer naglog razvoja industrijskog načina građenja stanova navodimo, da se danas u Moskvi zgradu od 60 stanova dovršava za 18 dana (trosmjenski rad), u koju se ugrađuju cijele prefabricirane sobne jedinice od 18 m^2. U Moskvi se u 1962. god. izgradilo 115.000 montažnih stanova. Još 1958. god. tamo udio montažnog građenja iznosio je 7%, a u 1963. god. pepeo se na 60%.

Konačno treba razbiti bojazan kod skeptičara arhitekata, da će ih industrijsko i montažno građenje jednog dana učiniti suvišnim. Dobar arhitekta može i od prefabriciranih elemenata, od gotovih vrata i prozora, gotovih elemenata studišta, gotovih kuhinjskih dijelova itd. skladnim kombinacijama oblikovati kako unutrašnjost, tako i vanjski oblik stambene zgrade, prilagoditi ga raznim varijacijama okolini i prirodi, te smišljenom mnogostrukošću takvog rada sačuvati ulogu kreatora, bez bojazni da će u industrijskom načinu građenja stanova izgubiti svoju individualnost.

Za potvrdu svih ovih nastojanja, za prijelaz na industrijski način građenja stanova, navodimo primjere GP »Tempo«, »Jugomont«, »Jugobeton« (industrijski objekti) iz Zagreba, GP »Primorje« iz Rijeke, GP »Ivan Lavčević« iz Splita, GP »Gradnja« i »Tehnobetona« iz Osijeka. Sva ova poduzeća u Hrvatskoj postepeno prelaze na suvremene načine proizvodnje stanova.

—

Ing. Žeželj je projektirao taj polumontažni skeletni sistem od prednapregnutog betona, kome je jedan od glavnih elemenata kasetirana prednapregnuta međuspratna konstrukcija.

Citiramo autora:

»U Beogradu, na ušću Save u Dunav, otvoreno je jedno veliko gradilište, na kome treba da se izgradi novi dio Beograda. Na tom terenu otvorile su se skoro neograničene mogućnosti istraživanja, postavljanja novih sistema, sticanja iskustava i upoređenja raznih ideja i raznih koncepcija (sl. 1).

Na samom početku pošlo se putem traženja rješenja koja bi mogla zadovoljiti uslove tipizacije određenih elemenata prefabrikacije, ne sprečavajući izvršenje postavljenih arhitektonskih i urbanističkih zadataka i težnji kod građenja ovog novog grada.

Svaka nova četvrt podvrgnuta je natječaju za najbolje urbanističko rješenje, bez ikakvih ograničenja i bez smjernica ili preporuka u pravcu industrijalizacije građenja. Pri takvim uslovima — sasvim slobodnog arhitektonsko-urbanističkog rješavanja — nije bilo jednostavno postaviti rješenje koje bi, poštivajući ovu slobodu, istovremeno omogućilo industrijalizaciju građenja.

Novo rješenje išlo je zatim da izazove što manje promjena u odnosu na navike projektanata, u krajnjoj liniji da se prođe sa što manje otpora.

Zemljište na kome treba da se izgradi novi grad izuzetno je slabo, u gornjim slojevima muljevito i močvarno tlo na ušću dvije velike rijeke. Ovakvo zemljište zahtijevalo je otklanjanje svakog suvišnog kilograma težine. Za spratnost od 5—15 spratova, na zemljištu slabe nosivosti dolazio je, skoro isključivo, skeletni sistem građenja.

Uslov male težine zahtjevao je primjenu najlakših konstrukcija od kvalitetnog prednapregnu-



Sl. 2: Panorama završnog bloka

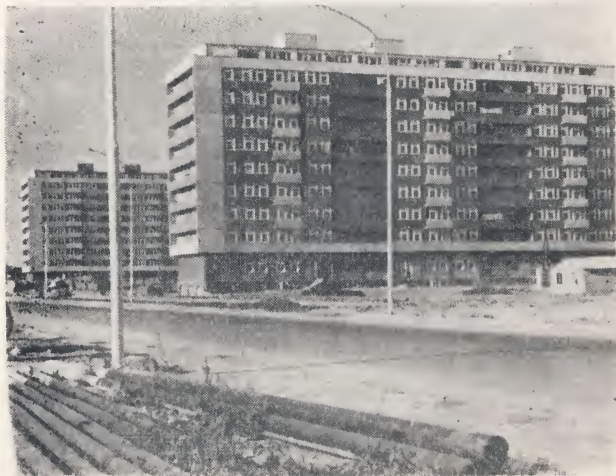
Želimo se, međutim, posebno zadržati na primjeni prefabricirane skeletne konstrukcije od prednapregnutog betona u izgradnji Novog Beograda, kojoj naš časopis još nije dao širi publicitet.

Ing. Branko Žeželj, direktor Instituta za ispitivanje materijala Srbije stavio nam je na raspolaganje tekst i slike, po kojem je sastavljen prikaz koji slijedi.

tog betona. U prvim rješenjima pošlo se je od osnovne koncepcije: zamijeniti tradicionalni armirano-betonski kostur s montažnim kosturom, a kasnije, postepeno rješavati druge elemente u pravcu što potpunije industrijalizacije građenja stana.

Laki montažni betonski kostur kod koga je osigurana puna monolitnost — ako je istovremeno dovoljno jednostavan — otvara put masovnoj prefa-

brikaciji u visokogradnji. Insistirajući samo na jednom uslovu — jednakom međusobnom razmaku među stupovima — moguća su najrazličitija arhitektonska i urbanistička rješenja zgrada od 5 do 25 katova, s najrazličitijim osnovama zgrade i stana.



Sl. 3: Jedno od arhitektonskih rješenja

S jednom, eventualno dva, tipizirana rasporeda stupova moguća su arhitektonska rješenja osnova zgrada svakog oblika: pravokutnog, križastog, H oblika, L oblika i dr. Deset različitih arihtektonskih rješenja ostvareno je do sada u Beogradu u jednom jedinom rasteru (modulu) 4,2 × 4,2 m (sl. 2, 3, 4, 5).



Sl. 4: Proizvodnja stanova po projektu Ing. Žeželja

Skeletna konstrukcija je prilagođena još u nekim pojedinostima željama arhitekata: konstrukcija međuspratnih ploča tako je odabrana, da dozvoljava slobodno postavljanje i pomicanje unutrašnjih zidova tj. pruža slobodu oblikovanja stana.

Uz vanjske stupove mogu se na jednostavan način dodati prefabricirane konzolne ploče, koje omogućavaju slobodno postavljanje vanjskih zidova, bilo na kraju konzole ili uz stupove (sl. 6).

Mala visina prednapregnutih podvlaka omogućava da se ostvari jednaka konstruktivna visina od podvlaka i međukatne konstrukcije. Na iznijetim primjerima konstruktivna visina od 25 cm daje ravnu donju stropnu površinu.



Sl. 5: 9-katni objekt od skeletne konstrukcije — projekt Ing. Žeželj

Čineći svojom zamisli konstrukcije koje daju najveće moguće ustupke arhitektonskom rješavanju, a braneći čvrsto samo jednu poziciju: obaveznu primjenu tipiziranih prefabriciranih elemenata konstrukcije, mislimo da je učinjen korak naprijed. Prvi rezultati ukazuju na mogućnost široke primjene prefabrikacije bez oštrijeg otpora arhitekata. Rješenje prefabriciranog kostura nađeno je u prednapregnutom betonu, jer svaki sastav stegnut prednaprezanjem predstavlja besprijekornu cjelinu, tako da se može reći, da je primjenom prednapregnutog betona otpao problem sastava. Ostvarena je puna monolitnost uz istovremeno potpunu montažnost.

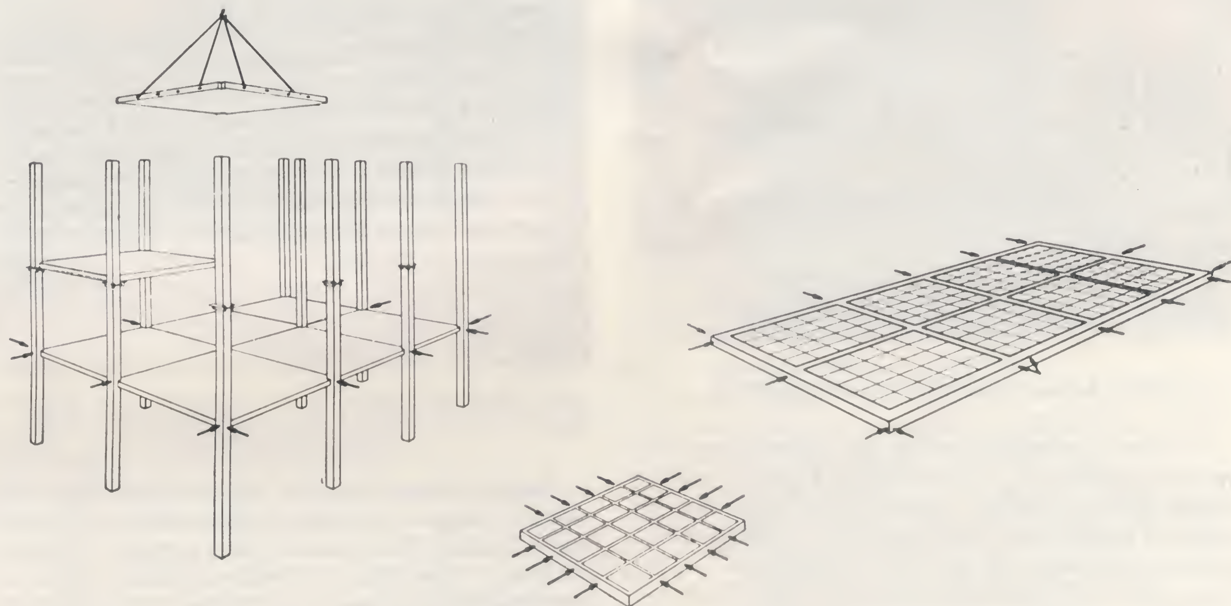


Sl. 6: Prefabricirane konzolne ploče na fasadi

Cijeli skeletni sistem sastoji se iz dvije vrste elemenata: stupova koji idu neprekinuto kroz tri kata i međukatnih ploča, koje pokrivaju cijeli prostor između 4 stupa. Veza između stupova i ploča, kao i monolitnost cijele tavanice, ostvaruje se podužnim i poprečnim podvlakama od prednapregnutog betona. Kroz stupove, u visinama katova, ostavljene su rupe za provođenje konstinualnih kablova u podvlakama, a samim prednaprezanjem podvlaka ostvarena je monolitnost cijele katne tavanice i siguran spoj sa stupom (sl. 7).

Nastavak stupova je izuzetno jednostavan, armatura iz gornjeg stupa ulazi u duboke rupe ostavljene u donjem stupu, koje se ispunjavaju koloidnom cementnom emulzijom.

Jedan od najvažnijih elemenata jeste pojedinačna međuspratna ploča tipizirana i uvijek jednaka za sve katove i za sve zgrade. Ploča je izuzetno lake kasetirane konstrukcije s roštiljno postavljenim prednapregnutim rebrima; zajedno s plafonskom ravni težina ostaje u granicama od



Sl. 7: Shema skeletnog sistema stupova i međuspratnih ploča

160—190 kg/m^2, u zavisnosti od načina formiranja kaseta i stropa (sl. 9 i 10).

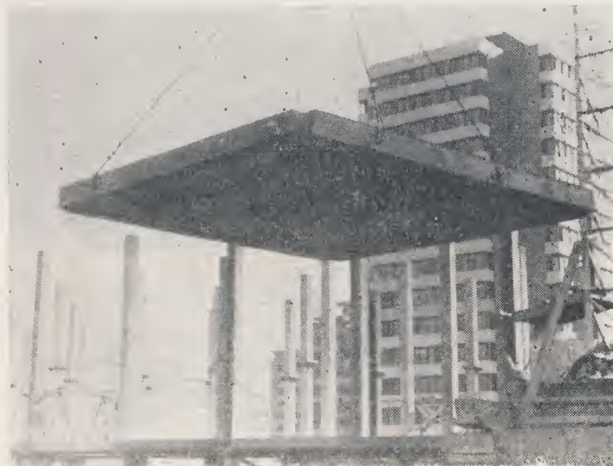
Kod zgrada sa srednjom katnošću, stupovi mogu ići neprekinuto na cijeloj visini zgrade. Kod visokokatnih zgrada stupovi mogu ići neprekinuto kroz tri kata. Svi dijelovi stupova su tipizirani i primjenjivi kod raznih tipova zgrada, polazeći od krovne ravni prema temelju (sl. 8).

Na stupovima nema nikakvih konzola niti ostavljenih ankera za vezu s podvlakom.

Kod prvih opita kazete su izrađivane od durisola, kasnije od fazera, bez stropa. Danas se rade ploče sa stropom i kazetama od kartona. Kasete se postavljaju na međusobnom rastojanju od 4 cm,

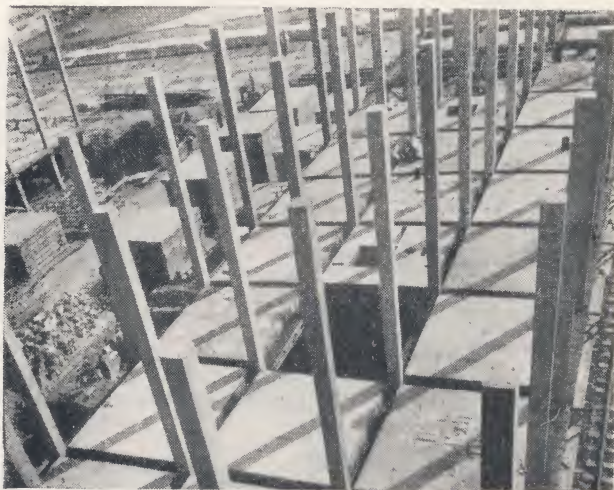


Sl. 8: Gradilište u Novom Beogradu



Sl. 9: Montaža međuspratnog elementa

tako da formiraju kanale za betoniranje rebara i služe kao osnova za betoniranje tanke gornje ploče. U svakom rebru se ostavlja kanal kroz koji se poslije stvrdnjavanja betona provlače žice i obavlja prednaprezanje.



Sl. 10: Montaža stupova i ploča

Kod prvog rješavanja, podvlake su bile betonirane i prednaprezane na licu mjesta. Sistemom montažnih čeličnih okvira omogućeno je postavljanje ploča i betoniranje podvlaka. Po ovom sistemu izrađeno je oko 4.000 stanova. Ostvareni su odlični rezultati: monolitnost i lakoća konstrukcije, jednostavnost i ekonomičnost, a brzina građenja bila je kat nedjeljno, pri čemu se čekalo na stvrnjavanje betona.

U daljnjem rješavanju otišlo se naprijed u pravcu veće montažnosti i ubrzanju radova: podvlake su uključene u izradu ploče. Svaka podvlaka podijeljena je u tri dijela, dva dijela su montažna i čine sastavni dio ploče, treći, srednji dio nema nosivu funkciju i služi za provođenje kablova — betonira se naknadno, nezavisno od prednaprezanja. Ovim novim rješenjem podvlaka, omogućena je velika brzina montaže kostura, jer je dovoljno 24 sata za stvrdnjavanje cementnog maltera na sastavima do izvršenja prednaprezanja.

Uz vanjske stupove mogu se dodati prefabricirane konzolne ploče, koje se utvrđuju istovremeno s prednaprezanjem podvlaka.

Svaki sastav stegnut prednaprezanjem predstavlja jednu bezprijekornu cjelinu sposobnu da primi sve napone koji se javljaju u jednom presjeku. Bazirajući se na ovoj osobini prednapregnutog betona, postavljeno je ovo novo rješenje prefabriciranog kostura. Bez obzira na neobičnost ovog rješenja, na sastavima između podvlaka i stupa vlada višestruka sigurnost, jer su horizontalne sile od prednaprezanja znatno veće nego vertikalne reakcije koje vladaju na sastavu.

Na jednoj opitnoj građevini Instituta za ispitivanje materijala u Beogradu, obavljena su ispitivanja proizvodnje, montaže i nosivosti pojedinih elemenata, kao i spojeva između njih. Ispitivana su probnim opterećenjem do pojave prvih pukotina.

Evo nekoliko podataka o rezultatima:

1. Računsko opterećenje

Težina ploče s podvlakama i stropom	168 kg/m²
Zvučna izolacija, zaštitni beton i parket	84 ,,
Pregradni zidovi	125 ,,
Krisno opterećenje	150 ,,
Ukupno:	527 kg/m²

2. Tanka gornja ploča debljine 3 cm, nije armirana, a nalazi se u prednapregnutom stanju, opterećena je koncentriranom silom od 185 kg u sredini i jednako podijeljenim opterećenjem od 540 kg/m², bez ikakvih vidljivih promjena.

3. Kod križno postavljenih rebara uočene su prve pukotine pri opterećenju od 1158 kg/m², tj. pri koeficientu K = 2,10 u odnosu na ukupno računsko opterećenje od 527 kg/m².

4. Kod istog opterećenja od 1158 kg/m², odnosno pri koeficientu K = 2,10, nisu kod podvlaka opažene pukotine.

5. Podvlake su elastično uklije štene u stupove s 45—50% punog uklještenja.

6. Spoj između tavanica i stupa opterećen je do dvostrukog ukupnog opterećenja, bez da su uočene ikakve deformacije. U ovom presjeku postoji višestruka sigurnost.

Smatramo da nam ostvareni rezultati daju osnova za zaključak: da je u usporedbi s tradicionalnom armiranobetonskom konstrukcijom ostvarena ekonomičnost u materijalu, radu i brzini građenja, osiguravajući istovremeno punu sigurnost konstrukcije.

Uspješno rješenje montažnog kostura omogućuje jednostavno, a po konstrukciji i materijalu raznovrsno rješenje ostalih elemenata zgrade, vanjskih i unutrašnjih zidova. Otvaraju se mogućnosti tipizacije prozora, vrata, instalacija i dr.

Nama se čini, da smo na dobrom putu, kako u pogledu proširenja mogućnosti industrijalizacije građenja u stambenoj izgradnji, tako i na putu otvaranja novih i znatnih mogućnosti proširenja primjene prednapregnutog betona u visokogradnji.«

Zaključak

Sve iznijeto u ovom prikazu potvrđuje da je naše građevinarstvo na dobrom putu napuštanja klasičnog rada u gradnji stanova i da prvi napori i rezultati pri prijelazu na industrijski način građenja stanova kao potrošne robe potvrđuju originalnost naših nastojanja, a ne i kopiranja u cjelosti stranih dostignuća.

Sva do sada ostvarena inženjerska i arhitektonska djela jugoslavenskog građevinarstva u poslijeratnom periodu to potvrđuju i ulijevaju nadu, da smo vlastitim snagama na najboljem putu uvrstiti se u suvremeno svjetsko građevinarstvo.

Milan Jančiković

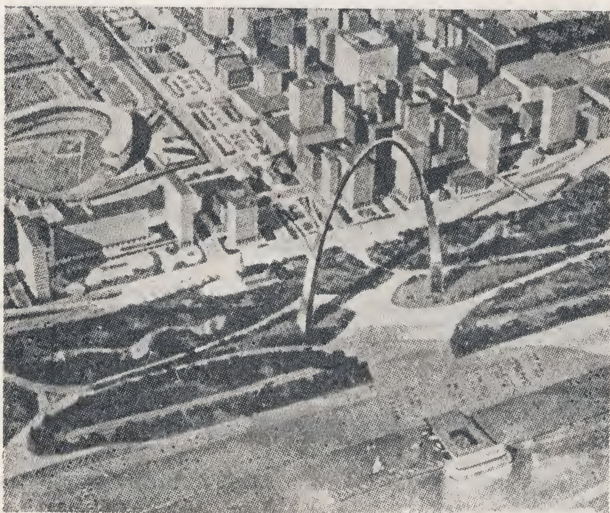
Iz inozemnih časopisa

192 m VISOKI ČELIČNI LUK U ST. LOUISU

.(Der Stahlbau, Berlin, januar 1964)

Grad St. Louis (SAD) osnovan je 1764. Osnovali su gao kao vojnu tvrđavu Francuzi. Grad je došao pod američku upravu 1804. g., kada je Napoleon prodao američkom predsjedniku Jeffersonu 2,2 miliona km^2 dotadašnjeg francuskog teritorija za 15 miliona dolara. Time je otvoren put američkom širenju prema zapadu.

Ideja za podizanje »Jeffersonovog spomenika nacinalne ekspanzije« rodila se još 1935. g., a u 1947. g. usvojen je, poslije javnog natječaja, projekt poznatog američkog arhitekta finskog porijekla Eero Saarinena o podizanju ogromnog luka visine 192 m usred novog parka na obali rijeke Mississippi. Taj luk bi trebao da simbolizira most između stare tvrđave i kasnijih »vrata za zapad« (sl. 1).



Sl. 1: Maketa spomenika na obali rijeke Mississippi

Sada je taj luk u gradnji. S visinom od 192 m to će biti najviši američki spomenik (visina spomenika Washingtonu u istoimenom gradu iznosi 169 m).

Spomenik ima oblik inverzne lančane linije. Svi presjeci luka su istostranični trokuti. Jedan ugao trokuta je okrenut prema unutrašnjosti luka, dok nasuprot ležeća stranica trokuta sačinjava vanjski plašt luka. Presjeci luka se smanjuju od temelja prema tjemenu. Trouglasta potka luka je izvedena u ćelijastoj konstrukciji, pri čemu je ukrućena unutrašnja stijena izvedena od običnog konstruktivnog čelika, a vanjska stijena od brušenih glatkih ploča od nerđajućeg čelika. Svi spojavi na vanjskim površinama luka se tupo nastavljaju i zavaruju. Vanjske i unutarnje stijene luka spajaju se razupiračima. U donjoj polovini luka (tačnije: dijelu luka do visine 91 m od zemlje) ispunjen je prostor između vanjske i unutrašnje stijene betonom marke 350, kome se naknadno daje prednapon.

Šuplja unutrašnjost luka služit će za smještaj dizala i stuba. U tjemenu luka je predviđena staklena platforma za razgledavanje okoline. Jedno specijalno dizalo će moći da otpremi za 2 minute 40 osoba do tjemena luka. Pored toga će biti instalirana dva obična dizala, koja će dizati 21 osobu do visine od 112,5 m, odakle će voditi stube do tjemena luka. Posebno stubište sa 1076 stuba vodit će od terena do tjemena luka. U razgledni u tjemenu bit će mjesta za 80 osoba.

Osnovni tehnički podaci su ovi:

udaljenost vanjskih površina luka u nivou terena	192	m
dužina stranica luka u osnovici	16,4	m
u tjemenu	5,2	m
udaljenost između unutrašnje i vanjske stijene luka u osnovici	0,91	m
u tjemenu	0,20	m
dubljina temelja	18,2	m
debljina ploče vanjske stijene luka	6,3	mm
unutrašnje stijene luka	9,5	mm
u uglovima unutrašnje stijene	44,5	mm
ukupna težina luka: čelik	4652	t
beton	11000	t

Beton u temeljima je marke 175 (samo gornji sloj debljine 3 m je marke 210). Dobra veza luka s temeljima osigurana je kotvenim šipkama ugrađenim u blizini triju uglova luka. U svaki ugao smješteno je paralelno s uzdužnom osi luka po 126 čeličnih šipki promjera 32 mm. Šipke su smještene u fleksibilne kanaliće (cijevi), tako da se betonu, kad on postigne izvjesnu čvrstoću može dati prednapon. Prednapinjanje se obavlja u slojevima. Šipke se dobavljaju u dužinama 3,65 m i nastavljaju pomoću obujmica i vijčanih nareza na šipkama. Sila napinjanja po jednoj šipci iznosi 64,5 t ili 8000 kg/cm^2. Ovo prednapinjanje betona u smjeru uzdužne osi luka od osobite je važnosti s obzirom na to da se montaža luka obavlja u dvije polovine. Ono treba da preuzme sva ekscentrična opterećenja kod montaže i postrana opterećenja vjetrom.

U skladu s američkim federalnim propisima opterećenje vjetrom je uzeto u račun sa 122 kg/m^2 u podnožju i 270 kg/m^2 u tjemenu luka. Uz najnepovoljnije odabrano opterećenje iznosit će prema statičkom računu postrani pomak tjemena luka 54 cm. Prve aerodinamične studije izvršene su još 1948. g. Kasnija istraživanja su pokazala da nikakve brzine vjetra ne mogu dovesti do oscilacija luka po čitavoj dužini, i to zbog toga što se presjek luka po dužini mijenja.

Stalnost luka ispitivao je i prof. Sattler s tehničkog fakuteta u Berlinu. Uz pretpostavku sekundarnih deformacija i Engesserov modul elastičnosti dobiva se još uvijek faktor sigurnosti veći od 6.

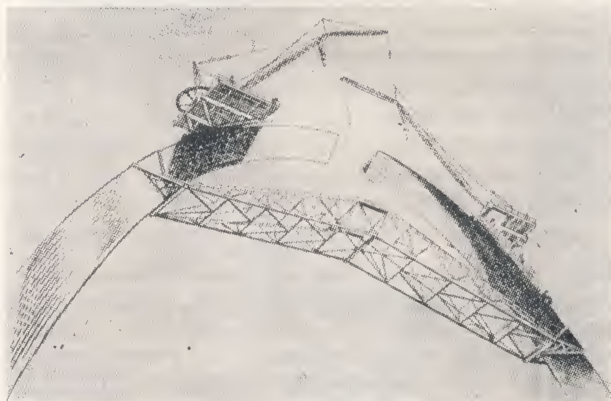
Pojedini elementi luka su visine 1,82 m. Stranice za njih izrađuju se u tvornici u Pittsburghu i dopremaju željeznicom u St. Louis. Tamo se one odvoze na gradilište i deponiraju. Prilagođavanje tih stranica, te njihovo sklapanje u prostorne trokutaste elemente visine 1,82 m i zavarivanje obavlja se na platou veličine 17/38 m, isbetoniranom u neposrednoj blizini luka.

Montaža trokutastih elemenata u donje dijelove luka (do visine 22 m nad terenom) obavljana je uz pomoć običnih pokretnih kranova nosivosti 70 t odnosno 55 t, kojima su elementi bili dizani na svoje pravo mjesto. Fino reguliranje položaja trokutastih elemenata obav-

ljano je pomoću triju vretenastih dizalica (u svakom uglu po jedna). Zatim su bili zavareni horizontalni šavovi (u stvari šavovi na sastavima u ravninama okomitim na uzdužnu os luka) i ugrađen beton u prostor između vanjske i unutrašnje stijene. Kasnije je tom betonu dan prednapon okomito na stijene.



Sl. 2: Stanje montaže na 3. IX 1963.



Sl. 3: Slika pomoćne rešetkaste konstrukcije koja će biti montirana na koti + 161 m

Za montažu viših dijelova luka (iznad kote + 22 m) služi derik kran specijalne konstrukcije, koji se penje po kolosijeku smještenom na vanjsku stranicu dovršenog dijela luka (sl. 2). Kran je težak 41 tonu. Na kolosijeku su montirane saonice 11/7 m, koje omogućuju da se radna površina krana stalno održava u horizontalnom položaju. Ta radna površina je velika 14/10 m, a na njoj je montirano i skladište alata, klimatiziran prostor u kome radnici uzimaju hranu i sanitarna prostorija. Veza s tlom održava se pomoću telefona i UKV radija. Dužina derik krana iznosi 30 m, a isturenog kraka još 10 m.

Tačnost rada na montaži kontrolira se optički, noću. Tolerancija je propisana sa 0,08 cm.

Da bi se montaža posljednjih segmenata luka mogla obaviti s potrebnom tačnošću i bez trvenja, predviđeno je da se na koti + 161 m između dviju polovina luka privremeno montira pomoćna horizontalna rešetkasta konstrukcija, koja će biti u stanju da preuzme horizontalnu silu od 285 t (sl. 3). Montaža i demontaža ove privremene konstrukcije obavit će se također pomoću derik kranova.

Troškovi prve faze izgradnje ovog spomenika predviđeni su sa 30 miliona dolara. Konsultant je inženjerski biro Severud-Elstad-Krueger iz New Yorka (statičar dr Hanskarl Bandel). Čeličnu konstrukciju izvodi tvrtka Des Moines, Pittsburgh. Ugovoreni iznos 8,5 miliona dolara. Prikaz je napisao dipl. ing. Horst Schneider.

B. P.

METODE ZA POBOLJŠANJE ŽELJEZNIČKOG DONJEG STROJA

(Die Bundesbahn, Darmstadt, novembar 1963.)

Oštra zima 1962/63. god. ponovo je podsjetila stručnjake na vezu između nosivosti donjeg stroja i besprijekornog položaja kolosijeka. Ako planum pod utjecajem oborina ne može više da preuzme opterećenja koja se prenose odozgo, on se deformira, u pružnom trupu stvaraju se »šljunčane vreće«. Kod smrzavica, opet, često dolazi do uzdizanja planuma i do velikih šteta u periodu odmrzavanja.

Ranijih godina nije se na Njemačkim saveznim željeznicama (DB) posvećivalo dovoljno pažnje ovim pojavama. Međutim, sve intenzivnija elektrifikacija pruga, spojena s povećanjem prometnih brzina i osovinskih pritisaka, te s pojačanjem gornjeg stroja zahtijeva da se odgovarajuće poboljša i kvalitet donjeg stroja.

A. Bethäuser, savjetnik u centralnom uredu DB u Münchenu izlalaže metode koje te željeznice primjenjuju da bi se osigurala odnosno povećala nosivost donjeg stroja. On ih razvrstava ovako:

1. Ugradnja tamponskog sloja. Dobro zgusnutim slojem šljunka i pijeska pravilne granulacije smanjuju se specifični pritisci na planum i otežavaju njegove deformacije. Tamponski sloj treba da djeluje i kao prepreka za prodiranje finih čestica tla iz pružnog trupa u tucanički zastor i zato treba da sadrži i odgovarajući procenat finih čestica. Da bi tamponski sloj mogao pružiti i efikasnu zaštitu planuma od smrzavica, on treba da bude odgovarajućeg granulometrijskog sastava prema poznatim principima.

Primjena ove metode često je otežana time što bi materijal za tampon trebalo dovoziti iz velikih udaljenosti, čime se znatno povećavaju troškovi. Troškove sanacije povećavaju i radovi na otkopu planuma, odvozu suvišne zemlje itd. u svim slučajevima kada visinska kota kolosijeka treba da ostane ista i poslije ugradnje tampona.

2. Povećanje nosivosti pružnog trupa. Ono se obavlja dodatkom veznih sredstava. Ovaj način je ekonomičan samo ako se materijal pružnog tijela može obrađivati strojem (tj. da u njem nema većeg kamenja), nadalje ako se mehanizacija može koristiti kontinuirano i ako su odnosne dionice duge barem 200 m. Kao vezno sredstvo dolaze u obzir vapno, cement,

bituminozni i ostali materijali, ali je do sada na DB primjenjivano samo vapno, te pokusno sulfitna lužina.

Vapno se najčešće primjenjuje kod ilovastog i glinenog materijala. Djelovanje vapna se sastoji u tom da ono tlu oduzima suvišnu vodu, te poobljšava konzistenciju i strukturu tla. Nosivost tla se pri tom često povećava od 0,4 kg/cm na 2 kg/cm². Prije ugradnje vapna se odstrane kolosijek i tucanički zastor, te planumu dade odgovarajući pad. Zatim se ručno ili zasebnim strojem posipa vapno, najbolje u obliku fino mljevenog pečenog vapna. Potrebna količina iznosi oko 17 kg/m² planuma. Rastresanje tla i njegovo miješanje s vapnom vrši se samo iznimno ručno. Najbolje je upotrijebiti specijalni stroj. Stroj rastresa zemlju i miješa ju s vapnom na dubinu 20 do 25 cm. Stroj prolazi radilištem dotle dok se ne dobije jednolična smjesa. Po potrebi se dodaje voda, redovno pomoću motornih cisterni prskalica. Zatim se planum izravna grederom i uvalja najprije ježevima, pa valjkom s gumenim točkovima ili glatkim valjkom s ugrađenim vibratorom. Po potrebi se stabilizira pružni trup i većih dubljina (npr. do 40 cm, u dva sloja po 20 cm).

Sulfitna lužina primijenjena je pokusno na jednoj dionici, gdje je sadržaj vode u materijalu nasipa iznosio oko 25%. Stabilizacija je obavljana sličnim postupkom kao kod primjene vapna. Najprije je dodavana lužina pomoću prskalice montirane na autocisternu. Zatim je poslije nekoliko prolaza stroja za miješanje planumu dodavan ručnim prskalicama natrijev dihromat (odnos lužine prema kromovoj soli iznosio je 85 : 15). Poslije toga je stroj za miješanje prolazio planumom sve dok nije postignuta jednolična smjesa. Valjano je s 10 t teškim valjkom na gumenim točkovima i s glatkim valjkom s ugrađenim vibratorom.

3. Zatvaranje planuma kod nepostojanog pećinskog tla. Kad se tlo sastoji od škriljaca ili gnajsa, koji se raspadaju pod utjecajem atmosferilija, sanacija se često najuspješnije izvodi nanašanjem nepropusnog zaštitnog sloja od bituminozne sipine ili pijeska na izravnani planum.

4. Drenovi od pijeska. Ako je pružni nasip visok i sastavljen od lošeg materijala, nije uvijek za sigurnost pruge dovoljno ugraditi šljunčani tampon i stabilizirati gornje slojeve nasipa. U takvim slučajevima često su pomogli drenovi od pijeska. To su vertikalne rupe promjera 15 do 20 cm izbušene u pružnom tijelu i napunjene pijeskom. Ovi »pješčani stupovi« isušuju pružno tijelo, a istovremeno i sami predstavljlaju nosiv element. Rupe se redovno buše ručno specijalnim svrdlom, zatim se u njih sipa pijesak i pažljivo nabija. Rupe se buše na uzajamnu udaljenost 1,0 do 1,5 m, naizmjence s jedne i s druge strane tračnica.

Da bi uspjeh sanacionih radova bio potpun, treba ih izvoditi pažljivo, uz primjenu adekvatne mehanizacije, te stalno kontrolirati postignute rezultate, kako za vrijeme izvođenja radova na sanaciji, tako i kasnije. Kontrola se odnosi na ispitivanje optimalnog dodatka vode, zgusnutosti materijala, otpornosti na pritisak i ostalo. Kod DB su metode kontrole (precizne i približne za dnevnu primjenu) na visokom nivou. U novije se vrijeme za kontrolu zbijenosti planuma i tamponskog sloja koriste i izotopi.

Svrha sanacionih radova, tj. sigurnost saobraćaja uz velike brzine i teška osovinska opterećenja, neće se postići, ako oni ne budu praćeni stalnom brigom za efikasno odvodnjavanje gornjeg stroja i pružnog tijela.

B. P.

ANKETA O IZBORU MATERIJALA ZA ZAŠTITNI SLOJ KOD GRADNJE REAKTORA

(Die Bautechnik, Berlin, januar 1964.)

Nuklearna tehnika razvijena je do sada u Saveznoj Republici Njemačkoj u tolikoj mjeri da se može preći na izgradnju reaktora za proizvodnju električne energije. Kod njih je, međutim, od naročite važnosti ekonomičnost izgradnje, pa su u vezi s time posljednjih godina obavljane studije o najoptimalnijem izboru zaštitnog biološkog sloja. Pokazalo se da ne postoje jedinstvena rješenja, već da će za pojedine projekte trebati odabrati najpovoljniji materijal individualno.

Da bi se, ipak, olakšao prethodni izbor materijala zatražila je Visoka tehnička škola u Hannoveru 1961. god. podatke za 230 do tada izgrađenih reaktora (od čega 200 u zapadnim i 30 u istočnim zemljama). Primila je, međutim, samo 120 odgovora (iz zapadnih zemalja), ali su za anketu bili upotrebljivi podaci za 104 reaktora. Ti se podaci odnose na 47 istražnih reaktora, 33 specijalna reaktora (na brodovima, avionima i sl.) i 20 reaktora za proizvodnju energije.

U većini slučajeva za zaštitni sloj je bio upotrebljen normalan konstruktivni beton (uključivo i beton od zgure) težine 2,3 do 2,5 t/km³, kao što se vidi iz ovog pregleda:

	broj reaktora	%
običan konstruktivni beton	55	52
beton s agregatima od barita	18	17
beton od magnetita	13	13
beton od limonita	3	3
beton od barita	7	7
ostali materijali	8	8
ukupno	104	100

Po pojedinim namjenama učešće je u postocima ovo:

	istraživački reaktori	specijalni reaktori	reaktori za proizvodnju energije
običan konstruktivni beton	38	51	85
beton od barita	28	10	5
beton od magnetita i limonita	19	10	5
ostali betoni i ostal imaterijali	15	29	5
ukupno	100	100	100

Kao što se vidi, kod reaktora za proizvodnju energije u primjeni je pretežno normalni građevinski beton.

Prikaz je napisao dipl. ing. W. Binnewies.

B. P.

KOLICA ZA GRIJANJE TRAČNICA

(Civil Engineering, London, januar 1964.)

U Londonskom transportu dovršeni su pokusi s pružnim kolicima za grijanje tračnica, koja omogućavaju da se oslobađanje dugačkih zavarenih tračnica od uzdužnih napona obavi u svako doba godine (izuzev najhladnije dane) i kolica su sada u redovnoj upotrebi. Prije uvođenja novih kolica oslobađanje od napona obavljalo se samo kada je srednja temperatura tračnica bila između 18 i 20⁰ C.

Kolica su izrađena po uzoru na kolica koja koriste Britanske željeznice, ali su na njima provedene izvjesne modifikacije. Ona su prilagođena za primjenu kod tračnica s dvije glave, a lagane su konstrukcije (slika). Imaju 4 točka, a pogon je na sličan način kao kod bicikla. U svakom uglu kolica smještena je po jedna boca propana težine 45 kg. Od boca vode fleksibilne cijevi do grijača.



Grijači se sastoje od krovića od čeličnog lima zaštićenih aluminijskim naličem otpornim na vrućinu, i od plamenika. Krovići su montirani svaki na po dva mala točka. Točkići su nešto širi nego glava tračnice po kojoj se kreću, a obostrani rubovi na točkićima drže kroviće u položaju paralelnom s tračnicama. Sistemom poluga svaki krović može se sam za sebe postaviti u željeni položaj. Na kraju bližem kolicima svaki krović ima ugrađene po dvije cijevi s plamenicima za propan.

Na kolicima su montirane dvije snažne svjetiljke s reflektorima, da bi se rad mogao obavljati i noću.

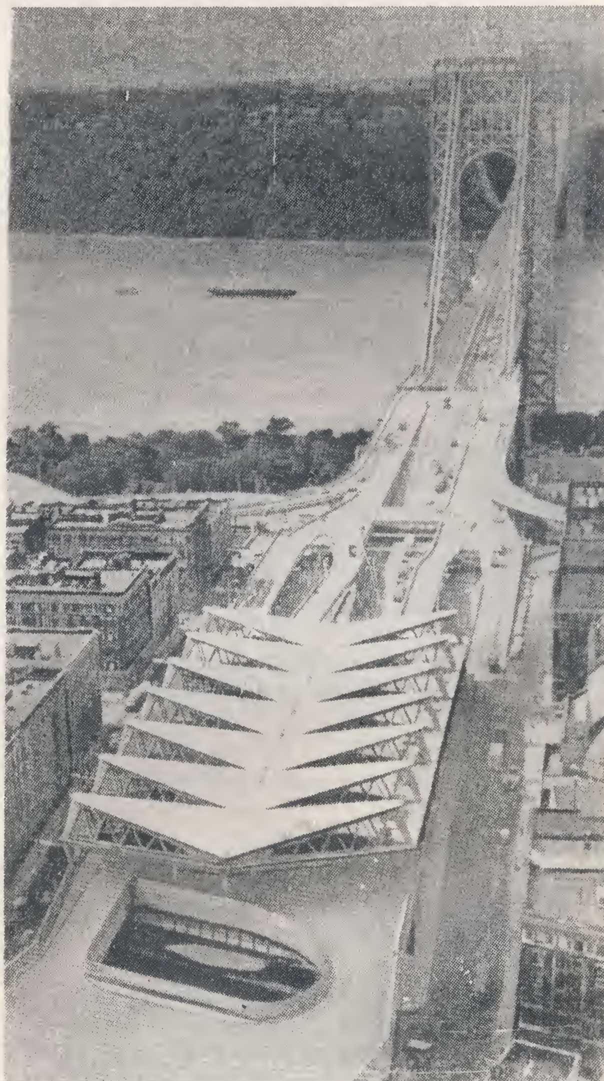
Rad počinje time da se na cijelom šinskom traku (izuzev prvih 9 m na fiksnom kraju) odstrane klinovi iz šinskih stolica i kod svakog 12-og praga umetne između donje površine tračnice i stolice jedan manji valjak, a između vertikalne stranice tračnice i stolice jedan veći valjak. Na svakih 36 m obilježi se na tračnici i na stolici vertikalna crta, koja služi za mjerenje rezultata. Zatim se zapale plamenici, obavi reguliranje pritiska plina, krovići spuste do tračnica i jedan čovjek okretanjem pedala na kolicima polako pokreće kolica prema slobodnom kraju tračnica. Pri tom se stalno mjeri temperatura i po potrebi regulira pritisak plina. Ekipa radnika ide neposredno iza kolica, vadi valjke između tračnica i stolice i ponovo namješta klinove. Najzad se na početku i na kraju šinskog traka označi kočićima tačan položaj tračnica zbog kasnije kontrole.

B. P.

NOVI AUTOBUSNI KOLODVOR SA 3 ETAŽE U NEW YORKU

(La Technique des Travaux, Liège, decembar 1963.)

Početkom 1963. g. u New Yorku je predan prometu novi most preko rijeke Harlem sa 8 saobraćajnih traka, koji će služiti isključivo za međugradski saobraćaj (dok će stari most preko Harlema ubuduće biti čisto lokalni most). U isto vrijeme predan je prometu i novi autobusni kolodvor, koji je smješten u najsjevernijem dijelu Manhattana, po prilici u sredini između novog mosta preko rijeke Harlem i postojećeg mosta G. Washington preko rijeke Hudson (sl. 1).



Sl. 1: Pogled na novi autobusni kolodvor i na most Georgea Washingtona preko rijeke Hudson

Izgradnjom novog mosta omogućena je u sjevernom dijelu grada, u smjeru od istoka prema zapadu transverzalna saobraćajnica duga 11 km, kojom će se vozila moći kretati bez zaustavljanja, a izgradnjom novog kolodvora povezana je ta nova saobraćajnica s podzemnom željeznicom, te gradskim i prigradskim autobusima.

Novi kolodvor će svakog dana primati 2000 autobusa i 50.000 putnika, od čega u periodima najjačeg saobraćaja 200 autobusa i 10.000 putnika na sat.

Kolodvor je izgrađen od armiranog betona, prema projektu poznatog talijanskog stručnjaka P. L. Nervija. Kolodvor je dug 142 m, širok 56 m, a 3 etaže. U njem ima 36 kejeva za polazak autobusa.

S dvostrukim rampama (ulaznim i silaznim) kolodvor je povezan s gornjom etažom mosta G. Washingtona. Gornja etaža tog mosta služi prigradskom i lokalnom saobraćaju, dok donjom etažom prolazi ekspresni autoput.

U produženju kolodvora, spojen s njim pomoću dva mosta iznad glavne njujorške ulice Brodwaya, nalazi se na nivou treće, najviše etaže kolodvora, prostor za parkiranje i okretanje autobusa (sl. 2).

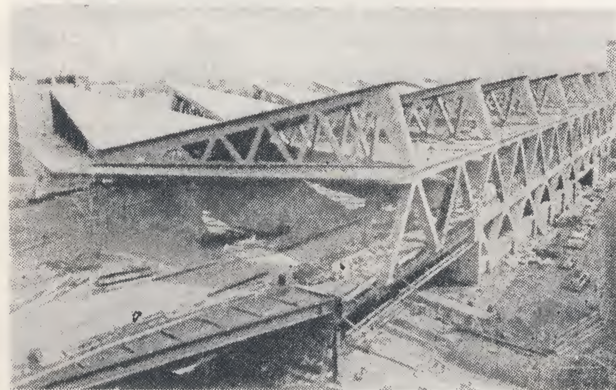


Sl. 2: Prostor za parkiranje i okretanje autobusa u produžetku treće etaže kolodvora

Druga etaža kolodvora u kojoj se nalaze čekaonice, šalteri, bifei, brijačnice, trafike itd. Čitava je zatvorena i klimatizirana. U ostale dvije etaže, kroz koje prolaze autobusi, putnici su samo zaštićeni od nevremena. Druga etaža spojena je s prvom i trećom etažom sa 5 dvostrukih pokretnih stuba.

Dobro prirodno osvjetljenje treće etaže postignuto je razbijanjem površine krova na dva dijela. Šest pari trokutastih površina s osnovicom 20 m i visinom trokuta od 28 m nagnuto je pod kutem 15^0, ostala površina krova je približno horizontalna (sl. 3). Na taj način u krovu su stvoreni vertikalni trokutasti svjetlici, koji su kosim stupićima podijeljeni na manje trokutne ostaklene otvore. Podgled krovnih površina je kazetiran.

Na vanjskim stijenama druge i treće etaže ponavlja se motiv kosih nagnutih stupova.



Sl. 3: Kolodvor u gradnji

Konstrukcija je betonirana na licu mjesta. Nije mogao biti usvojen prijedlog projektanta da se upotrebe prefabricirani elementi, jer bi s obzirom na njihovu glomaznost i težinu montažna bila nespretna i skupa.

Vidljive površine betona ostavljene su neobrađene. Zato je posvećena naročita pažnja preciznosti oplate, granulaciji agregata i ugrađivanju betona, (uvučen zrak, vibriranje).

Radovi na kolodvoru stajali su oko 14 miliona dolara, a trajali su nešto manje od 2 godine.

Prikaz u belgijskom časopisu napisao je René Brocard.

B. P.

Kongresi

DESETI MEĐUNARODNI KONGRES ZA HIDRAULIČKA ISTRAŽIVANJA

Uvod

Deseti Međunarodni kongres za hidraulička istraživanja održan je u Londonu od 2—5. septembra 1963. g. u prostorijama Društva građevinskih inženjera Velike Britanije.

Za Kongres su bile raspisane ove četiri teme:

1. Suvremena istraživanja u pomorskoj hidraulici
2. Korelacija između predviđanja velikih voda i koncepcije brana
3. Hidroelastične vibracije
4. Suvremena otkrića kod hidrauličkih mašina i materijala.

Uz temu 1 održano je predavanje prof. Taylora: »Talasi u plitkoj vodi«, a uz temu 3 predavanje prof. Jaegera: »Vibracije i rezonancija kod velikih hidroinstalacija«. Ova dva predavanja su prikazana od strane autora, dok su drugi referati prikazivani od strane generalnih izvjestilaca.

Diskusione grupe su slobodno diskutirale, bez unaprijed pripremanih ili izlaganih referata o ovim problemima:

a) Transport materijala u cijevima
b) Stabilni kanali u aluvijumu
c) Novi instrumenti u hidrauličkim laboratorijama.

Rad kongresa se odvijao paralelno u dvije sale, tako da je jedan učesnik mogao da prati polovinu kongresnog programa.

Glavna hidraulička laboratorija Engleske, koja se nalazi u Walingfordu, nedaleko od Londona, posjećena je 6. septembra.

Statistički podaci o referatima

Na kongresu je podneseno 122 referata. Za pojedine teme od 1) do 4) bilo je redom 44, 23, 27 i 28 referata. Jugoslavija je prikazala 2 referata.

Kongresu je prisustvovalo oko 500 učesnika, od čega 10 iz Jugoslavije.

Tema 1. Suvremena istraživanja u pomorskoj hidraulici

Referati su obrađivali sve probleme koji se danas postavljaju iz oblasti pomorske hidraulike.

Sedam referata se bavi teoriskim problemima talasanja:

F. Biesel proučava pojave drugog reda kod gravitacionih talasa i pokazuje kako se one mogu računati pomoću linearne teorije gravitacionih talasa.

J. Larras analizira varijacije perioda talasa u toku njegovog kotrljanja. Ove varijacije su vezane za postojanje kompleksnih harmoničkih oscilacija kod talasa u prirodi, dok u hidrauličkim laboratorijama na modelima nema ničeg sličnog.

M. Lates pokazuje da postoji određena zavisnost između koeficijenta varijacije i asimetrije u funkciji izraza h_m/H gdje je h_m — visina talasa a H dubina mora.

H. Lundgren govori o pritiscima i nivou energije talasa.

E. Benassai studira varijacije pritisaka kod stojećih talasa, duž jednog vertikalnog zida. Eksperimentalno registriranje krive pritiska se analiziraju pomoću elektronske računske mašine.

A. Mattsson proučava odbijanje gravitacionih talasa. Obavljeno je 1.300 opita u cilju da se dođe do koeficijenata odbijanja talasa. Promjenjivi parametri su bili: strmina talasa, dubina vode i nagib objekta o koga se talas odbija.

A. Brebner i J. Komphuis izvode jednadžbe za dubinu mora na kojoj se dešava kotrljanje talasa i kut pod kojim talasi napadaju obalu u trenutku kotrljanja, ako su poznate karakteristike talasa i njihov pravac na pučini. Njihove jednadžbe treba da korigiraju postojeće jednadžbe iz ove oblasti.

Za inženjere su od praktične koristi jednadžbe koje su dali Brebner, Mattsson, i Benassai. Ovih 7 referata nisu dali neki značajniji napredak u teoriji. U njima su uglavnom razrade i proširene primjene poznatih teorija.

Pet referata se bavi sa sličnošću modela i modelskom tehnikom. Tretira se stari problem određivanja razmjere modela s pokretnim dnom koje može biti pijesak ili šljunak (2 referata S. Yalina), i razmjere modela ako su dva fluida različitih temperatura ili različite gustine (referati D. Barra i M. Abbotta). Peti referat govori o tačnijem reguliranju aparata za proizvođenje talasa na modelu (A. Smith).

Ovih pet referata nam ne pružaju neke naročite novosti, ali su u svakom slučaju vrlo korisni za hidrauličare — eksperimentatore na modelu.

Jedna veća grupa od 14 referata se odnosi na kretanje morskog nanosa uslijed talasa i odbranu morskih obala od štetnog dejstva talasa. Niz od 9 referata analizira kretanje nanosa duž morskih obala u prirodi i na modelima. Analizira se struja paralelna obali koju stvaraju talasi koji koso napadaju obalu, i to zona u kojoj se struja javlja i brzine ove struje. Analizira se količina vučenog i lebdećeg nanosa koga ove struje vuku u zavisnosti od karakteristika talasa i nanosa i daju se poprečni profili pješčanih plaža za vrijeme talasanja i posle talasa.

Autori ovih referata su: Kemp, Edelman, Kondrajev, Bruun i Battjes, Spataru, Watts, Russell i Dyke, Rance, Homma i Horikawa. Studije su teoriske i eksperimentalne.

Ovi referati predstavljaju znatan napredak u analizi i studiji problema kretanja morskog nanosa; 5 referata govori o zaštiti morskih obala od talasanja (Mahè, Gomes, Corrado, Bonnefille i Germain, Kestner). Obrađuje se način zaštite obala pomoću tetrapoda, klasičnih napera i podužnih građevina, novih tipova objekata i usamljenih objekata. Ovi referati opisuju pojave i iskustva.

Može se zaključiti da je postignut izvjestan napredak u načinu i sredstvima za zaštitu obala.

Pet referata se odnosi na probleme prostiranja plime i oseke na ušćima rijeka i kanala u more (Supino, Combes i Boulan, Philpott, Allen, Harleman i Hoopes). Referati se bave teoriskom analizom prostiranja talasa plime uz rijeke, modelskim ispitivanjima ove pojave i iskustvima iz prirode. Iznose se neki primjeri prostiranja plime i načini da se zaštite neke rječne luke od talasa plime. Za našu zemlju ovaj problem nije od praktičnog značenja.

Tri referata govore o obrani morskih luka od talasanja (autori: Reid i Wade, Balloffet i Rosselli, Lates). Opisuju se obrana luke Taranalei, produženjem glavnog lukobrana, obrana jednog uvučenog pristaništa izgradnjom nasipa, i obrana pomoću bazena rezonatora. Sve što se u ovim referatima iznosi su poznate stvari.

Pritisak talasa na objekte u moru obrađuju 3 referata (autori: Hayashi i Hattori, Johansson i Reinius, Wilson). To su stari problemi određivanja pritisaka talasa na lukobrane i cijevi položene na dnu mora. Daju se jednandžbe pomoću kojih se, po mišljenju autora, preciznije mogu odrediti ove sile, nego što je to bilo ranije.

Najzad se šest referata odnosi na mjerenja karakteristika talasa i morskog nanosa u prirodi i na modelu. Autori ovih referata su: N. Russell, Jonsson, Vera-Gruz, Carver, Caldwell, Gole i Amie. Opisuju se moderni aparati za mjerenje karakteristika talasa, platforme u moru na koje se ti aparti postavljaju, radioaktivni i fluorescentni traseri za praćenje kretanja morskog nanosa, i načini za mjerenje trenja i gubitka energije čestica na morskom dnu. Ovi referati daju najnovija iskustva

kod metoda koje su u punom razvoju, pa je i njihovo značenje dosta veliko.

U zaključku se može reći da dobar dio referata ove teme daje nešto novo i korisno razvoju pomorske hidraulike, ali uglavnom na eksperimentalnom polju rada i u tehnici mjerenja na modelu i u prirodi.

Tema 2. Korelacija između predviđenja velikih voda i koncepcija brana

Manji broj referata je direktno tretirao postavljenu temu. Autori su se izgleda trudili da materijale koje imaju na raspoloženju nekako povežu s temom i pošalju na kongres.

Tako dva referata govore o evakuaciji velikih voda preko brana. Lencastre opisuje evakuaciju velikih voda preko brana na rijeci Douro, sličnu stvar opisuje Drouin za branu Maniconagan 5.

Veći broj refearta se odnosi na proračune i predviđanja rijetkih velikih voda na pojedinim rijekama.

Kennard i Bass — uvode »normalne i maksimalne velike vode« i daju njihov proračun;

Bhatti računa vjerojatnoću velikih voda na rijeci Ind, s poznatim metodama;

Basso računa rijetke velike vode za rijeku Rapel u Čileu;

Mejia i Perez računaju velike vode za neke rijeke u Argentini.

Tri referata tretiraju uopćeno proračun velikih voda, i to:

Guillot: — o vezama dnevnih proticaja i maksimalnog godišnjeg proticanja; Jshihara i Takasao — o primjeni jediničnog hidrografa za predviđenje velikih voda, i Balek i Puzanov — o proračunu velike vode, koju može da stvori neki pljusak.

Članci su interesantni i korisni, ali nisu mnogo povezani s temom.

Pet referata govore o transformaciji talasa velikih voda u akumulacionom basenu. Autori su: Crosthwaite i Milvarton, Vasiljev, Jarocki, Melin, Burton-Hall-Howell. Izlažu se jednadžbe i prikazuju krive za približne račune. Referati su interesantni, ali malo povezani s temom.

Slijedeći referati su neposredno vezani za temu:

Bernier — teorijski izvodi ekonomski optimum za dimenzioniranje objekata za evakuaciju velikih voda, trudeći se da u formule unese što veći broj parametara koji na to utiču.

H. Douma — izlaže teoriju rizika kod konstrukcija brana. Kriterij za računanje bazira na procjeni šteta ako je proticaj kroz prelivne organe veći od računskog najvećeg proticaja.

Bugliarello i Bhavnagri govore o korelaciji predviđanja velikih voda i određivanja optimalnih dimenzija brane. Oni uvode u račun »koeficijent elastičnosti koštanja«. Princip je da je optimalan onaj projekat brane koji ima maksimalni odnos između koristi i koštanja za cijelu shemu. Referat je interesantan, koristan i uvodi nove dijagrame i proračune.

Blykowski i Argyropoulos u svojim referatima daju opća razmatranja o ovoj temi bez formula, a drugi autor i bez dijagrama.

V. Jevdjević — uprošćava problem i prikazuje rješenje kroz dva poznata dijagrama.

Indri analizira štete ako organi za evakuaciju velikih voda ne mogu da odgovore svome zadatku. On izvodi procenat rizika koji se smije prihvatiti kod dimenzioniranja evakuacionih objekata i daje osvrt na situaciju kod nekih talijanskih brana.

Na kraju kod dva referata autori pokazuju kako je problem sračunat i rješen kod konkretnih objekata. Morita govori o rješenju na jednoj brani na rijeci Jshikari i Gupta-Bhattachara i Varshney o rješenju na nekim branama provincije Uttar Pradesh.

U zaključku podvlačimo da vrlo mali broj referata ove teme daje nešto originalno i korisno. Oko 75% referata nisu u uskoj vezi s temom, ali među njima ima referata na visokom nivou.

Tema 3. Hidroelastične vibracije

Ova tema je kroz referate i diskusiju vrlo dobro obrađena. Učesnicima kongresa je pruženo aktuelno poznavanje problema i suvremena istraživanja.

Pet referata govori uopćeno o vibracijama.

E. Naudascher se osvrće na mehanizam formiranja vrtloga i na vibracije koje dijeli na tri grupe. On ih posmatra sa gledišta dimenzionalne analize.

Abbott i Larsen diskutiraju o hidroelastičnim talasima. Ako se mješavina vode i vazduha ponaša kao homogen fluid, onda se kroz tu mješavinu kreće zvuk s izvjesnom malom brzinom prostiranja. To doprinosi znatnom odbijanju elastičnih talasa. Zvučne vibracije, transmisije i oscilacije su razmatrane u referatima S. Priesta, C. Shiha, D. Cioca i A. Marute. Pomoću izvjesnih procesa mogu se proizvesti zvučne vibracije hidrauličkim sredstvima. Zvučne transmisije koriste talase proizvedene u masi tečnosti za transport energije prema prijemnom uređaju. U nekoj cijevi može biti apsorpcije proticaja u uslovima kada u cijevi postoje hidroelastične zvučne oscilacije koje se održavaju.

Jedanaest referata govore o vibracijama kod ustava i zatvarača (ravne ustave kružnog i pravokutnog oblika, segmentne ustave, klapne, leptirasti i sigurnosni zatvarači).

Walter-Canapathy-Thomas ispituju uzroke opasnih vibracija i njihovu eliminaciju. Daju se teorijska objašnjenja pojave vibracija i detalji o postojećim silama. Uzročnici vibracija su vrtlozi. Pojave su studirane na modelu.

Homma i Shima analiziraju karakter vibracija: frekvenciju i raspodjelu vibracija ustave, devijaciju amplitude od standarda i vertikalni hidrodinamički pritisak.

P. Kolkman izlaže analitičku metodu za registriranje vibracija, koja omogućava da se odrede sile stvorene tečenjem vode ispod ustave.

J. Perkins izučava statistički amplitude vibracija na takav način da se mogu odrediti maksimalne sile koje djeluju na ustavu.

A. Abelev govori o pulzacijama naboja kod donjih ustava i o načinu kako se iz posmatranja tih pulzacija mogu predvidjeti moguće vibracije ustava.

Geleedst i Kolkman su usporedili vibracije iste ustave u prirodi i na modelu razmjera 1 : 20, u cilju kon-

trole elastične sličnosti. Uspoređene su dinamičke osobine ustave, kad ustava nije opkoljena vodom, kad je okružena mirnom vodom i kad ispod nje teče voda. Rezultati su prikazani u dijagramima. Sličnost je zadovoljavajuća.

T. Murphy izlaže opažanja oscilacija segmentnih ustava na modelu i u prirodi. On pokazuje kad su dobra slaganja između prirode i modela, a kad su znatnija neslaganja.

J. Grčić izvodi pomoću grafičke integracije jednadžbe za računanje rezultante hidrodinamičkog pritiska na klapnu, za bilo koji njen položaj.

H. W. Partenscky opisuje oštećenje ustave na prevodnici uslijed pojave pulzacija koje su se desile za vrijeme velikih voda na rijeci.

I. McCaig i W. Gibson govore o kontinualnim vibracijama na zatvaraču ispred turbina. Oscilacije pritisaka su bile sinusoidalne.

D. Harding analizira stabilnost sigurnosnog zatvarača postavljenog na dugačkoj cijevi za neki rezervoar. On izvodi uslove za njegovu stabilnost.

Dva referata se odnose na vodostane (G. Franke, H. Miyashiro — T. Kobari — S. Yokoyama). Govori se o oscilacijama nivoa vode u vodostanu, što nije usko vezano s ovom temom.

Dva referata se odnose na vibracije hidrauličkih mašina:

W. Lecher govori o mogućnosti rezonancije turbina kad se poklope frekvencije lopatica turbine i vrtloga. Ova pojava stvara kavitaciju.

W. Meer opisuje mikrošokove koje stvaraju crpke, i uspostavljanje ravnoteže.

Šest referata opisuje vibracije kod druge hidromehaničke opreme i hidrotehničkih objekata:

P. Leon izlaže vibracije jedne Pitot-cijevi postavljene u dovod pod pritiskom. Zbog toga se formiraju alternativni vrtlozi u cijevi. Frekvencija zavisi od oblika i dimenzija Pitot-cijevi i brzine toka.

L. Rahmn i G. Lindvall određuju elastična svojstva i otpore pri prolomu cijevi od prednapetog betona. Dilatacija uslijed dinamičkog pritiska je bila znatno manja od dilatacije pri istom statičkom pritisku. Stoga je dinamički pritisak potreban za prolom cijevi mnogo veći od statičkog.

R. Thomas izlaže vibracije potopljenog praga slapišta izloženog udaru mlaza. Najopasnije se frekvencije fluktuacija javljaju kad su vibracije jednake prirodnoj vibraciji praga.

S. Guha i D. Luthra govore o hidroelastičnim vibracijama kod brana, koje se javljaju pri pražnjenju sifona. Analiziraju se slučajevi kada se spektar oscilacija približava prirodnim vibracijama brane.

P. Eagleson i J. Daily izlažu uticaj graničnog sloja na broj Strouhala za ravne nepokretne ploče, tj. uticaj graničnog sloja na vibracije ovih elemenata. Utvrđeni su uslovi pri kojima nastaju vibracije.

Najzad abbott govori o prostiranju hidroelastičnih talasa kod spojenih elemenata. Daje se grafička metoda za nalaženje karakterističnih pravaca i brzine prostiranja talasa.

Tema 4. Suvremena otkrića kod hidrauličkih mašina i materijala

Referati ove teme odnosili su se na suvremena otkrića kod hidromehaničke opreme, crpki i turbina, kao i na moderne načine mjerenja proticaja i brzina na ovim objektima.

Šest referata razmatra problematiku ustava i zatvarača.

W. Blackmore govori o automatskom kontrolnom sistemu za ustave na branama, koji osigurava da nivo u jezeru ne pređe maksimalnu dozvoljenu kotu. Težište je bačeno na sigurnost uređaja. Daje se shema za nekoliko takvih dispozitiva.

J. Moors opisuje dva nova tipa ravnih ustava za brodske prevodnice. Novitet je u njihovoj konstrukciji, koja omogućava savršeno funkcionisanje bez ikakvih vibracija.

F. Jambor izlaže tip sektorske ustave s potpuno automatskom hidrauličkom komandom, sposobnom da propušta preko sebe i najfiniji nanos, zahvaljujući novom načinu brtvljenja.

P. Harrison, F. Schweiger i E. Spencer izvode dvije formule za predviđanje gubitka pritiska za leptirasti zatvarač u potpuno otvorenom položaju.

A. Grzywienski iznosi principe za određivanje položaja donjih ispusta na velikim branama, i položaja zatvarača na tim ispustima.

J. Haydock i J. Fulton govore o modelskom ispitivanju sektorske ustave za evakuaciju velikih voda na Crvenoj rijeci.

Dva referata (V. Harnaj) se odnose na hidromehanički transport. Opisuju se gravitacioni hidroaspirator, koji izvlači nataložen nanos iz akumulacionih basena i sličan uređaj koji jednovremeno izvlači nanos iz jezera po cijeloj širini zahvatajući ga na više mjesta.

Osam referata razmatra probleme hidrauličkih mašina (crpki i turbina).

R. Worster pokazuje da se hidrauličke mašine mogu ispitivati pomoću vazduha umjesto pomoću vode i preporučuje pneumatske opite. Daje primjer za centrifugalnu crpku.

D. Copley istražuje prirodu fluktuacije hidrodinamičkih sila, koje mogu da budu uzrok vibracija i šumova kod crpki i turbina. Ustanovljeno je da te fluktuacije zavise od broja lopatica, i radijalnog razmaka između njih. Vibracije se brzo smanjuju kad broj lopatica raste.

M. Vercasson provjerava sličnost modela i prirode kod Pelton turbina i zaključuje, da je ona bila dobra za domene pada od 60—600 m i proticaje od 200—600 l/sec.

A. Struna govori o uvođenju vazduha u difuzor, po propozicijama Litostroja. Glavni uslov je da dva sistema za uvođenje vazduha (jedan u centar a drugi na periferiju) budu potpuno izolirana. Za količinu vazduha daje se empiriska jednadžba, koja je zadovoljila u praksi.

A. Granovsky i A. Melovtsov izlažu usavršavanja Francisovih i Kaplanovih turbina u SSSR. Nove lopatice Francisovih turbina za pad od 100 m su realizirale snagu od 500.000 KW, za promjer od 7,5 m.

A. Nyiri govori o znatnim usavršavanjima kod utrbina koje proizvodi firma Ganz-Mavad u Budimpešti.

G. Bugliarello tretira u detaljima problem gubitaka energije kod turbomašina.

R. Sadek i M. Sinbel su analizirali izmjenu energije pri radu turbina i crpki.

Dvanaest referata obuhvaća probleme proticaja i nivoa vode.

Referati ove teme daju više raznih sitnih pronalazaka i usavršavanja. Međutim, nešto novo od većeg značenja nije izneseno.

Zaključci o referatima

Na kongresu je bilo dosta kvalitetnih referata, ali među njima nije bilo ni jednog referata koji bi predstavljao nešto potpuno novo, odnosno rješavao nešto do sada nerješeno u hidraulici. Vrijednost boljih referata se uglavnom svodi na usavršavanja, proširivanja primjene neke teorije ili dublje razrade nekog problema.

Postignut je znatniji napredak na eksperimentalnom polju rada i u tehnici mjerenja; na teorijskom polju napredak je mnogo manji.

Teme raspisane za kongres su izgleda materija kojom se aktuelno bave veliki hidraulički laboratoriji i koji preko svojih predstavnika u Izvršnom odboru sugeriraju ono što se kod njih obrađuje. Engleska je dominirala po broju, ali ne i po kvalitetu referata. Francuski referati su po našoj ocjeni bili prosječno najbolji.

Naša zemlja na ovom kongresu nije istupila s većim brojem referata, kako se to dešavalo na ranijim kongresima. Razlog leži u nepovoljnim temama, koje su iz materije kojom se trenutno malo bavimo, pa nismo raspolagali s potrebnom građom za pripremu i obradu kvalitetnih referata.

Skupština Društva

5. septembra je održana redovna Skupština Društva na kojoj je izabran novi upravni odbor i na kojoj su određene teme i mjesto narednog XI kongresa.

Novi Upravni odbor je:

Predsjednik: L. Escande, Francuska

Potpredsjednici: B. Proskovriakov, SSSR, F. Allen, Engleska; M. Homma, Japan; sekretar je H. Schoemaker, Holandija, a 7 članova je iz Belgije, Urugvaja, Austrije, Kanade, Indije, Italije i SAD.

Naredni kongres će se održati tokom ljeta 1965. godine u Lenjingradu. Izlagati će se referati po 4 glavne teme, i bit će slobodne diskusije na 5 seminara.

Glavne teme su:

1. Tečenje velikom brzinom u otvorenim kanalima
2. Problemi razlika gustina vode na ušćima rijeka u more
3. Nestalno kretanje u otvorenim kanalima
4. Hidroelastičnost

Seminari obuhvataju:

1. Efekti niskih temperatura u rijekama i rezervoarima, uključujući i problem leda,
2. Transport nanosa i uticaja razmjere modela,
3. Ponašanje vode u nezasićenoj poroznoj sredini,
4. Tečenje ne-Njutnovskih i polifaznih fluida,
5. Hidrauličke mašine (definicija hidrauličkih sila kod hidrauličkih mašina s posebnim podacima o projektiranju i izradi).

Novi Izvršni odbor će još jednom pretresati ove teme i publicirati ih u Biltenu Društva.

Tehnička organizacija kongresa je bila dobra.

Dr ing. Mihailo Vojinović

Vijesti s Građevinskog fakulteta

IZBORI I POSTAVLJENJA

U toku proteklog zimskog semestra Vijeće i Savjet građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu unaprijedilo je odn. izabralo nove nastavnike na temelju raspisanih natječaja, i to:

Za redovne profesore izabrani su: Dr Miroslav Čabrijan, za predmete Željeznice I i III; Ing. Miroslav Gjurović, za predmete Regulacije, melioracije i plovni putevi; Ing. Stjepan Szavits Nossan, za predmet Fundiranje; Ing. Kruno Tonković, za predmet Masivni mostovi; — svi do sada izvanredni profesori istog fakulteta.

Za višeg naučnog suradnika — Dr Josip Grčić, do sada naučni suradnik Zavoda za hidrotehniku.

Za docenta — Dr Zlatko Modor, za predmet Otpornost materijala.

Za honorarnog predavača — Ing. Zvonimir Lončarić, za predmet Drvene konstrukcije.

U istom razdoblju izabrani su novi stalni asistenti. Milutin Anđelić, na Katedri za teoriju konstrukcija; Josip Kršul, u Zavodu za ispitivanje materijala; i novi honorarni asistenti: Dušan Novaković i Karlo Planinc, na Katedri za metalne konstrukcije; Zlatko Selanec, na Katedri za hidrauliku, i Miroslav Veršec, na Katedri za drvene mostove.

Ponovno su izabrani u istom zvanju stalni asistenti: Ruđer Baučić, Ivan Dešković, Vlado Domes, Nikola Horvat, Koraljka Korić-Terček, Branko Kučinić, Ivan Lemić, Stjepan Sablić, Zlatko Selanec, Vladimir Škrobot, Marijan Vodopija, Željko Živić.

Vijeće i kadrovska komisija Savjeta nastoje da što bolje popune nastavno osoblje, naročito mjesta asistenata, kako bi se nastava mogla organizirati što efikasnije.



·metan·

VIADUKT

GRAĐEVNO PODUZEĆE - ZAGREB

